



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**  
**FACULTAD DE ECONOMÍA**



**" ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA TÉCNICA EN EL DESEMPEÑO DE  
LAS FACULTADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA:  
UNA APLICACIÓN METODOLÓGICA DEL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS"  
PERIODO: 2088 - 2009**

**T E S I S**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
ECONOMISTA**

**Br. JULIO CÉSAR CASAVERDE VEGAS**

**PIURA - PERÚ  
SETIEMBRE - 2012**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**



**FACULTAD DE ECONOMÍA**

**“ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA TÉCNICA EN EL DESEMPEÑO DE LAS FACULTADES  
DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA:**

**UNA APLICACIÓN METODOLÓGICA DEL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS”  
PERIODO: 2008 - 2009**

Una firma manuscrita en tinta negra, que parece ser la del autor, Julio César Casaverde Vegas.

**JULIO CÉSAR CASAVERDE VEGAS**

**EJECUTOR**

Una firma manuscrita en tinta negra, que parece ser la del patrocinador, Juan Francisco Silva Juárez.

**Econ. JUAN FRANCISCO SILVA JUAREZ**

**PATROCINADOR**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE ECONOMISTA**

**PIURA-PERÚ**

**Setiembre - 2012**

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**



## **FACULTAD DE ECONOMÍA**

**"ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA TÉCNICA EN EL DESEMPEÑO DE LAS FACULTADES  
DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA:**

**UNA APLICACIÓN METODOLOGICA DEL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS"**  
**PERIODO: 2008 - 2009**



---

**JORGE GONZALES CASTILLO**  
**PRESIDENTE DEL JURADO**



---

**LUIS ROSALES GARCIA**  
**SECRETARIO DEL JURADO**



---

**MARTIN CASTILLO AGURTO**  
**VOCAL DEL JURADO**

**PIURA-PERÚ**  
**Setiembre - 2012**

Dedicatoria:

A mi querido hijo Mathías, cuya sonrisa me  
llena de vida y reconforta mi espíritu..

#### Agradecimientos:

Un agradecimiento a aquellas personas que estuvieron detrás de la realización del presente documento de investigación, en especial a aquellos profesores de la Facultad de Economía, tales como Humberto Correa Cánova y Juan Silva Juárez que con su esfuerzo y dedicación colaboraron íntegramente a la formulación, realización de trabajo y recopilación de la información pertinente.

## Prólogo

Durante los años recientes, se mantiene la sensación de que la enseñanza universitaria a nivel nacional ha sufrido un retroceso en cuestiones de calidad, esto a pesar del crecimiento explosivo que sufrió el sistema universitario peruano durante los últimos 20 años, pues la percepción común es que con la incremento en el número universidades, solo se esta comercializando de manera inescrupulosa la educación superior, pues en procesos de admisión de dichas casas de estudio, no existen filtros académicos rigurosos, y las postulaciones son aceptadas en base a la capacidad de pago y no a la capacidad intelectual, o el acervo de conocimientos.

Un análisis mas cercano permite también observar problemas internos que aquejan a la Universidad Nacional de Piura, y permite además caer en la cuenta que existe una brecha que cada vez nos rezaga más y más de nuestra principal competencia en la Región: La Universidad Privada de Piura. En este contexto, si se quisiera observar los puntos débiles dentro de la Universidad Nacional de Piura para lograr incrementar su productividad en la gestión y obtención de servicios de tipo académico, y en general de cualquier organismo, es ventajoso muchas veces observar qué está pasando dentro de su propio proceso productivo, e imaginar que para una institución público o privada, dicho proceso consiste en tomar un conjunto de recursos (inputs) y producir un conjunto bienes o servicios (outputs). De tal forma, haciendo una analogía, es posible considerar a la Universidad Nacional de Piura como una Industria de Servicios de Educación Superior de diferente tipo (en referencia a las carreras que se ofrecen), cuyas firmas o unidades productivas, conocidas como Unidades Tomadoras de Decisión, vendrían a ser cada una de sus Facultades. Y debido a que existen indicios que nos dicen que La Universidad Nacional de Piura no está funcionando de la mejor manera posible y como no existe una medida de eficiencia interna de su proceso productivo que sirvan de mecanismo para la toma de decisiones y aplicación de políticas correctivas, esto ha sido de utilidad en la motivación para la realización de la presente investigación en la que se pretende determinar cuales son los niveles de desempeño de las Facultades de la Universidad Nacional de Piura medido a través de puntajes de Eficiencia.

<b>Índice</b>	
<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>Capítulo 1: Marco Referencial</b>	<b>2</b>
<b>1.1. Marco Teórico</b>	<b>2</b>
<b>1.1.1 Teoría del Productor y Nociones Básicas</b>	<b>4</b>
<b>1.1.1.1 La Teoría de la Empresa</b>	<b>4</b>
a) La Función de Producción de Corto Plazo	6
b) La función de producción de largo plazo	9
<b>1.1.2 Describiendo las Definiciones de Eficiencia</b>	<b>13</b>
<b>1.1.2.1 Eficiencia Técnica, Eficiencia Asignativa y Eficiencia Global</b>	<b>13</b>
a) Eficiencia Técnica	13
b) Eficiencia Asignativa o Precio	15
c) Eficiencia Global o Total	17
<b>1.1.3 La Universidad y su Papel Productivo en la Formación de Capital Humano</b>	<b>17</b>
<b>1.2. Evidencia Empírica</b>	<b>20</b>
<b>1.2.1 La Evaluación en el Desempeño: Balance de los Estudios Realizados a Nivel Internacional.</b>	<b>20</b>
a) Inter Universidades	21
b) Intra Universidad	23

1.2.2	La Evaluación en el Desempeño: Balance de los Estudios Realizados a Nivel Nacional.	25
1.3.	Marco Institucional y Contexto actual del Sistema Universitario Peruano	27
1.3.1.	El Sistema Universitario Peruano	27
1.3.2.	La Universidad Nacional de Piura: Marco Institucional y Situacional	27
1.4.	Variables de Estudio: Análisis Descriptivo y Limitaciones.	29
	<b>Capítulo 2: Aspectos Metodológicos</b>	<b>33</b>
2.1.	Descripción de los Procedimientos: La Medición de la eficiencia y el Análisis Envolvente de Datos	33
2.1.1.	Función de Producción Simple: Un Input, un Output	35
2.1.2.	La Conocida Frontera de Posibilidades de Producción: Caso un Input, dos Outputs.	37
2.2.	El Análisis Envolvente de Datos y el Problema de la Formulación Matemática	38
2.2.1.	Orientación Output con Retornos Constantes a Escala	39
2.2.2.	Orientación Input con Retornos Constantes a Escala	40
2.2.3	Orientación Input con Retornos Variables a Escala	41
2.2.4	La elección del Modelo	42
2.3.	Las Variables Incluidas en el Modelo	44
2.4.	Análisis Y Procesamiento De La Información	46
	<b>Capítulo 3: Desarrollo de los Procedimientos</b>	<b>47</b>



3.1.- Análisis de la Evolución Reciente 2008-2009 de los Puntajes de Eficiencia Técnica en las Facultades de la Universidad Nacional de Piura.	47
3.2.- Análisis de la Relación entre la Dotación de Recursos y los Resultados en el Desempeño de las Unidades Académicas	50
a) Infraestructura y Utilización de las Instalaciones.	52
b) Recursos Financieros	52
c) Recursos Humanos: Docencia	53
d) Investigación	55
3.3.- Determinación de los Niveles de Ahorro en Término de Recursos de Aquellas Unidades Relativamente Ineficientes.	56
Capítulo 4: Implicancias de Política Pública	77
Limitaciones	78
Conclusiones y Recomendaciones	79
Principales Conclusiones	79
Recomendaciones	81
Anexos	83
Anexo1 Datos de las Facultades años 2008-2009	83
Anexo2 Puntajes de Eficiencia de las Facultades años 2008-2009	84
Anexo3 Compendio del Nivel de Inputs Objetivos por Facultad años 2008-2009	85
Anexo4 Resultados Originales Arrojadados por Programa Computacional DEAP 2.1	86
Bibliografía	90

## Introducción

Al año 2011, el Sistema Universitario Peruano ha vivido un crecimiento explosivo, sin embargo durante las últimas dos décadas, se ha tenido la sensación de que la enseñanza universitaria a nivel nacional ha sufrido un retroceso en cuestiones de calidad. Basta con mirar la Región Piura para darse cuenta de este escenario, pues ha habido una proliferación de filiales de Universidades en las cuales el ingreso no tiene ningún tipo de filtro académico. Por su parte en el caso de la Universidad Nacional de Piura, muchas veces se pretende hacer ojos ciegos a los problemas internos que la aquejan ya sea por materia de índole político, falta de capacitación docente o desinterés del alumnado.

En ese sentido debido a que existen indicios de que La Universidad Nacional de Piura no está funcionando de manera adecuada y como no existe una medida de eficiencia interna de su proceso productivo que sirvan de mecanismo para la toma de decisiones y aplicación de políticas correctivas, el principal objetivo del presente trabajo es llevar a cabo un análisis que permita determinar los niveles de eficiencia técnica de las Unidades Académicas (Facultades) que conforman la Universidad Nacional de Piura a partir de la aplicación metodológica del Análisis Envolvente de Datos (DEA) a través de la evaluación de factores tales como recursos humanos, recursos financieros, y recursos físicos con los que cuentan en el periodo 2008 a 2009. Adicionalmente la estimación de los puntajes de eficiencia técnica puede permitir identificar la relación existente entre dichos puntajes obtenidos y la dotación de factores con las que cuentan las Unidades Académicas, además de poder determinar cuanto puede ser el ahorro potencial de recursos de aquellas unidades que resulten ser técnicamente ineficientes. Sin embargo es preciso mencionar que los resultados obtenidos están limitados por la calidad de información recopilada, y las conclusiones recomendaciones e implicancias de política estarán sujetas a dichos resultados.

El documento de trabajo se ha estructurado de la siguiente manera, en el primer capítulo se presenta un marco referencial comprendido por una parte teórica y la evidencia empírica de las aplicaciones metodológicas, en el segundo capítulo se hace una explicación concisa de los aspectos metodológicos y los conceptos relacionados a la eficiencia técnica y al análisis envolvente de datos, en el capítulo tres se realiza el desarrollo de los procedimientos y la contrastación de las hipótesis planteadas. Finalmente se presentan las implicancias de política, conclusiones y recomendaciones.

## **Capítulo 1: Marco Referencial**

### **1.1. Marco Teórico**

El presente documento tiene como propósito hacer un análisis que permita establecer una comparación entre diferentes unidades académicas, determinando así sus niveles de eficiencia relativa, todo esto aplicado a la Universidad Nacional de Piura. El análisis se usa en una institución que se dedica a la producción de servicios, esto hace que se complique la determinación de las variables producidas, pues a diferencia de una firma cualquiera que se dedique a la producción de bienes, ésta no cuenta con variables de fácil observación y al mismo tiempo son difícilmente mesurables. En ese sentido, y debido a que el interés se centra en la producción de servicios de tipo educativo, las variables consideradas han sido pensadas de acuerdo a estos fines.

Con la aclaración anterior, se puede dar inicio a la revisión de la principal bibliografía y literatura que permitirá darle un sustento económico al presente estudio, finalidad de este capítulo. Este tipo de investigaciones, en las cuales se pretende medir la eficiencia de diferentes unidades, ha logrado que se evolucione y se perfeccione el análisis, dotándolo de herramientas fundamentales tales como extensiones matemáticas y gráficas; esto se apreciará a continuación al presentarse las ideas principales planteadas por autores tales como Koopmans, Debreu, Farrell, entre otros.

El primer trabajo que se puede mencionar es el realizado por Koopmans (1951), quien considera a determinado vector input-output, pudiendo éste ser técnicamente eficiente si se cumplen específicamente dos condiciones; la primera de ellas es que fijados los outputs, la disminución de algún input sólo es posible aumentando algún otro input, esto se conoce como Eficiencia con Orientación input; la segunda es que fijados los inputs, el

aumento de algún output sólo es posible disminuyendo algún otro output, a esta condición se le conoce como Eficiencia con orientación output.

En paralelo al trabajo de Koopmans; Debreu (1951) propuso una medida radial para la medición en los dos tipos de orientación, en ese sentido analiza; la máxima reducción equiproporcional de todos los inputs compatible con el mismo nivel de outputs (eficiencia con orientación input); o La máxima ampliación equiproporcional de todos los outputs compatible con el mismo nivel de inputs (eficiencia con orientación output). El problema con este trabajo es que la definición matemática de eficiencia puede ser incompatible con la definición planteada por Koopmans debido a la presencia de holguras o slacks es decir ineficiencias en uso de recursos o niveles de productos debido a la ubicación dentro de la frontera eficiente y aun así tener opciones a seguir reduciendo la utilización de recursos, o aumentar la cantidad de output.

Trabajos posteriores como el de Farrell (1957) establecieron las bases conceptuales para este tipo de análisis, distinguiendo la eficiencia técnica de la eficiencia asignativa, considerando la formación de fronteras de posibilidades de producción y la medición de los puntajes de eficiencia en base a las distancias relativas con dicha frontera o función de producción. Es en base al trabajo seminal de Farrell que surgen las extensiones como la de Charnes A; Cooper W; y Rhodes E. (1978) o el de Banker, Charnes y Cooper (1984)<sup>1</sup> quienes modelaron la aplicación metodológica conocida como Análisis Envolvente de Datos o DEA, en sus diferentes variantes, ya sea con retornos constantes a escala o con retornos variables a escala, y aplicaron su análisis de manera extendida a múltiples variables inmersas dentro de un proceso productivo.

---

<sup>1</sup> Trabajo citado por Coelli (1996).

Lo anterior envuelve, en principio, algunas nociones básicas correspondientes a la teoría del productor y de la empresa, por lo cual se prestará atención en la formación de fronteras de producción genéricas de corto y largo plazo, seguido a esto, se presentan los conceptos propios a los tipos de eficiencia.

### **1.1.1 Teoría del Productor y Nociones Básicas**

#### **1.1.1.1 La Teoría de la Empresa**

Trabajos en los que se mide la eficiencia de diferentes unidades, se utiliza la formación de una función de producción implícita, la cual sirve de punto de comparación para el cálculo de los puntajes de eficiencia de las diferentes unidades productivas<sup>2</sup>, es por eso que se considera importante empezar con un breve planteamiento de las nociones básicas acerca de la teoría del productor, transitando a través de temas relativamente simples hasta llegar a una extensión en la que se consideran una multiplicidad de variables (inputs y outputs) dentro un proceso productivo. Así, en principio, se han considerado una serie de autores que han tratado del tema de la teoría de la empresa y que se exponen a continuación.

Para Henderson J. y Quandt R. (1968) la empresa es una unidad técnica que produce artículos. El empresario (propietario y gerente) decide cómo y cuánto producirá de cada artículo, y obtiene el beneficio y la pérdida que resulta de su decisión. El empresario transforma inputs en outputs, sujeto a reglas técnicas especificadas por su función de producción. En este punto consideran un proceso de producción simple a aquel en el cual el empresario utiliza dos inputs variables

---

<sup>2</sup> Entre algunos trabajos aplicados a Universidades en los cuales se hace una medición de los puntajes de eficiencia, podemos mencionar al de Martin E. en el año 2003, Martin R, en el año 2005, y Torrico et.al en el año 2009.

$(X_1$  y  $X_2$ ) y uno o más inputs fijos, para producir un solo output ( $Q$ ). La función de producción del empresario establece la cantidad de output ( $q$ ), en función de las cantidades de los input variables ( $x_1$  y  $x_2$ ); es decir  $q = f(x_1, x_2)$ .

Por otro lado Mas-Collel A.; Whinston M. y Green J. (1995) abarcan el tema de la empresa estudiando el proceso por el cual se producen los bienes y servicios consumidos por los individuos. Observan a la oferta como una composición de un número de unidades productivas, a las cuales denominan Firms, y que consideran como simples "cajas negras", capaces de transformar inputs en outputs. Detrás de esta idea planteada por los autores se puede decir que se encuentra implícita la Función de Producción, la cual viene a ser la relación existente entre los factores utilizados y el nivel de producción.

Porto A. (2005) plantea un concepto un poco diferente, en el cual la firma es un intermediario entre los mercados de factores, donde adquiere los servicios de los factores productivos, y los mercados de productos, donde vende su producción. La firma transforma los servicios de los factores en productos, sujeta a las restricciones técnicas incorporadas en su función de producción.

De lo anterior se puede resumir que la racionalidad de las empresas con la que cuentan para llevar a cabo sus procesos productivos está en función de cómo combinan factores de producción, insumos, o inputs (materias primas, capital, trabajo, etc.) en bienes y servicios que ofrecen en el mercado con el principal objetivo de maximizar sus beneficios. Esto se puede sistematizar de la siguiente manera:

Si es que se asumiera el caso de una empresa que se encuentre dentro de un mercado competitivo y que produce un único bien o servicio, "Y" a un precio "P",

para lo cual utiliza dos tipos de insumos  $X_1$  y  $X_2$ , y cada factor tiene un precio de  $W_i$ , la maximización del beneficio vendría dada por:

Max Beneficios ( $\pi$ )  $\rightarrow \pi = \text{Ingresos} - \text{Costos}$

$$\text{Max } \pi = P \cdot Y - W_1 X_1 - W_2 X_2 \quad (1)$$

Entonces, en principio se puede plantear dos funciones de producción, una de corto plazo, y una de largo plazo, en las cuales se considera un único bien "Q" y dos factores de producción, Trabajo (L) y Capital (K); el primero es un factor variable, tanto en el corto como en el largo plazo, sin embargo el segundo sólo es variable en el largo plazo.<sup>3</sup>

#### a) La Función de Producción de Corto Plazo

La principal diferencia que existe en un análisis de corto y largo plazo es la variabilidad en los factores, pues sabemos que en economía estos tipos de análisis no hacen uso necesariamente de la medición de un lapso de tiempo específico, sino más bien se guían por el comportamiento de los inputs, es decir, en este caso, en el que analizamos una función de producción de corto plazo, debemos conocer que existirá un factor que es variable (L) y también existirá un factor que es fijo (K) para el lapso de tiempo en el que se hace el análisis.

Entonces si se asigna el valor fijo de capital  $K = k_0$ , nuestra función de producción de corto plazo vendría dada por:

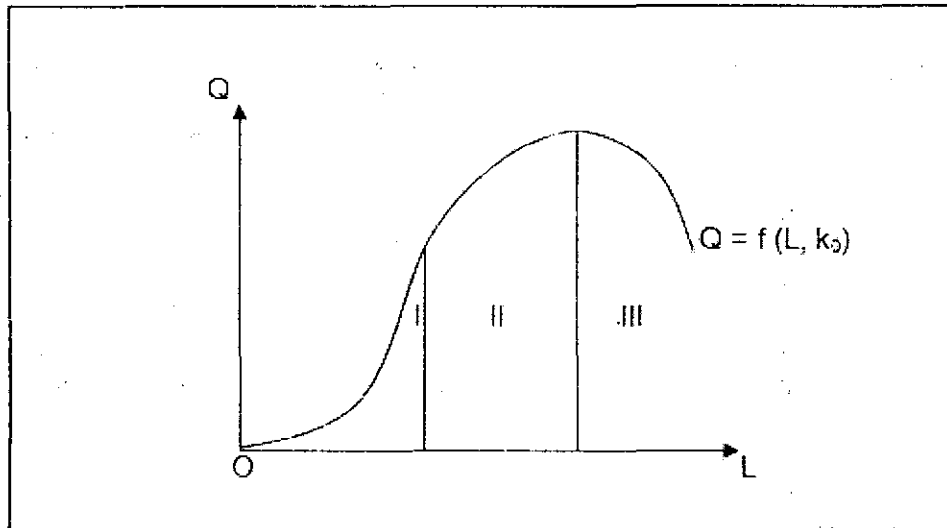
$$Q = f(L, k_0), \quad (2)$$

---

<sup>3</sup> La información está referida principalmente al libro de Varian Hal (2005)

La cual puede ser representada en el siguiente gráfico:

**Gráfico 1.1 Función de Producción de Corto Plazo (L: Factor Variable)**



Elaboración propia

En la gráfica se ha distinguido, a propósito, tres zonas: en la primera zona el aumento en la utilización del factor trabajo, está generando que el producto crezca a tasas crecientes; en la segunda zona un aumento en la utilización de trabajo está causando que el producto aumente pero a tasas decrecientes; y finalmente en el último tramo, la utilización de una mayor cantidad de factor trabajo se torna contraproducente y empieza a disminuir la producción.

El punto en el cual el productor o la firma decidan ubicarse, va a depender de la maximización de sus beneficios, en este caso la elección de la cantidad del factor trabajo que maximiza el beneficio va a hacer aquel punto en el que el valor del producto marginal de dicho factor, es igual a su precio, si "W" es el Salario pagado a los trabajadores y "R" es el Precio de Arriendo del capital:

$$P \cdot PmgL = W; \quad (3)$$



La ecuación (3) nos dice que el valor del producto marginal del trabajo es igual al salario pagado por el factor.

Esta condición se puede entender mejor de manera matemática y gráfica:

$$\text{Si } \pi = P.Q(L) - WL - Rk_0 \quad (4)$$

Las condiciones de primer y segundo orden para un máximo son:

$$\partial\pi/\partial L = P.Q'(L) - W = 0 \quad (5)$$

$$\partial^2\pi/\partial L^2 = P.Q''(L) < 0 \quad (6)$$

La ecuación (5) la podemos escribir como

$$P.Q'(L) = W, \quad (7)$$

Donde  $Q'(L) = PmgL$ , por lo que la ecuación (3) y (7) vendrían a ser lo mismo.

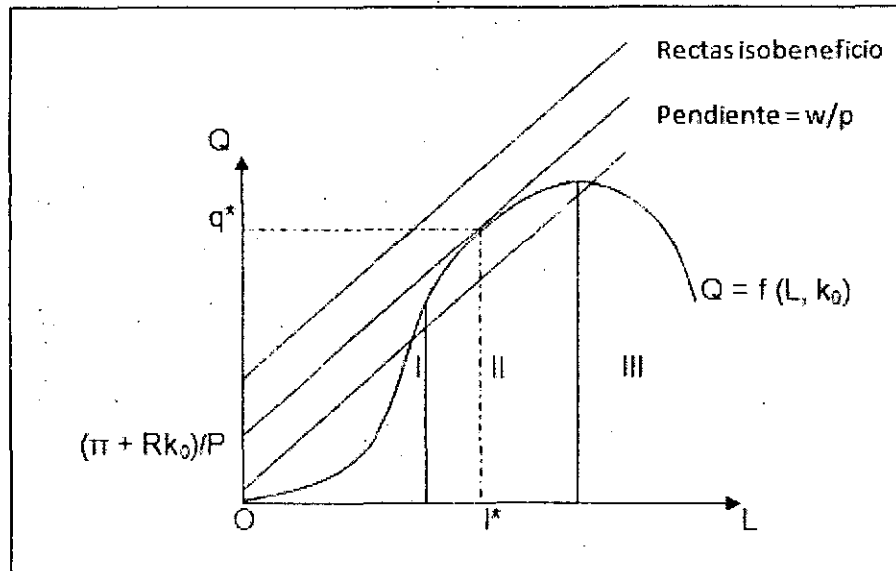
A partir de la ecuación (4), podemos despejar también la producción en función de los factores y el beneficio:

$$Q = (\pi + WL + Rk_0)/P \quad (8)$$

Esta ecuación describe las rectas de isobeneficio, es decir, la combinación de inputs y output que generan un nivel constante de beneficio.

Lo anterior lo podemos ver reflejado en el gráfico 1.2, en la que se plasma una función de producción y al mismo tiempo las rectas de isobeneficio. El punto de maximización vendría dado por la tangencia entre la función de producción  $Q = f(L, k_0)$  y la recta de isobeneficio más alta posible.

**Gráfico 1.2 Maximización del Beneficio en el Corto Plazo**



Elaboración propia, basado en capítulo 19 Varian H. (1999)

De acuerdo a lo anterior, el problema de maximización del beneficio consiste, pues, en hallar el punto de la función de producción que corresponde a la recta de isobeneficio más alta (Varian H. 1999), en este caso dicho punto se encuentra en la tangencia de la función de producción y la curva de isobeneficio que da lugar a los puntos  $l^*$  y  $q^*$ .

#### **b) La función de producción de largo plazo**

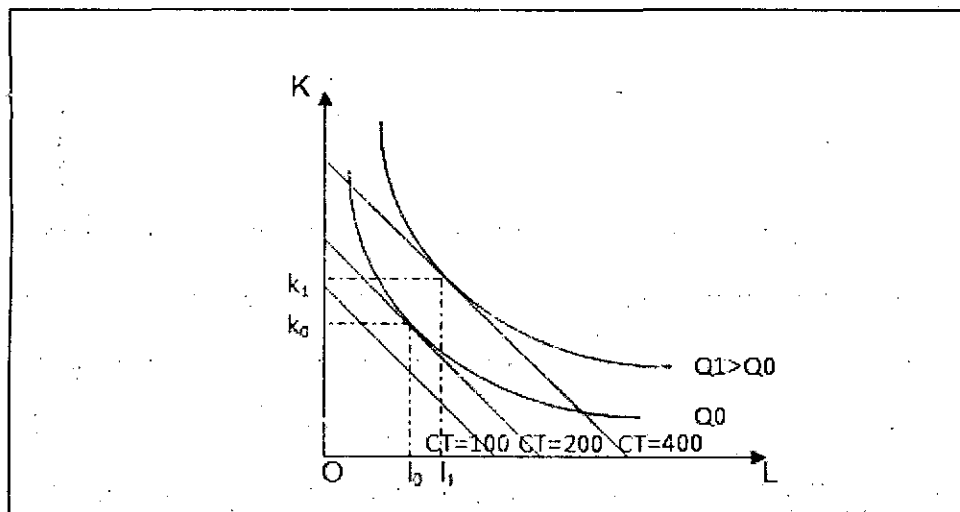
Como se mencionó anteriormente, en el largo plazo, todos los factores son variables, en este caso, el capital pasa de ser un factor fijo a ser un factor variable, lo que implica que la función de producción ahora dependerá de dos variables, el trabajo y el capital.

En los libros de microeconomía, mencionados previamente, se suele representar las decisiones del productor mediante utilización de curvas Isocuantas e Isocostos,

las primeras representan las combinaciones de capital y trabajo acorde con un mismo nivel de producción; en el caso de las curva isocosto, ésta constituye la combinación de factores que representan el mismo nivel de costos. De acuerdo a esto, un empresario decidirá minimizar los costos y para eso es necesario que la Tasa Marginal de Sustitución Técnica de Capital por trabajo ( $TMST^K_L$ ) sea igual a la relación entre los precios de los factores, a esta relación se le conoce como Tasa Marginal de Sustitución del Mercado (TMSM), es decir es necesario que  $TMST = TMSM$  (Vial B. y Zurita F. 2006):

$$TMST = P_{mgL}/P_{mgK} = W/R = TMSM \quad (9)$$

**Gráfico 1.3 Minimización de Costos con dos Factores Variables (K y L)**



Elaboración propia haciendo uso de datos al azar

En la gráfica anterior se representan dos curvas Isocuantas, y tres Isocostos, esto permite dar una idea de la minimización de costos de una empresa, dado por los puntos de tangencia de dichas curvas.

La maximización del beneficio a largo plazo puede plantearse de la forma siguiente:

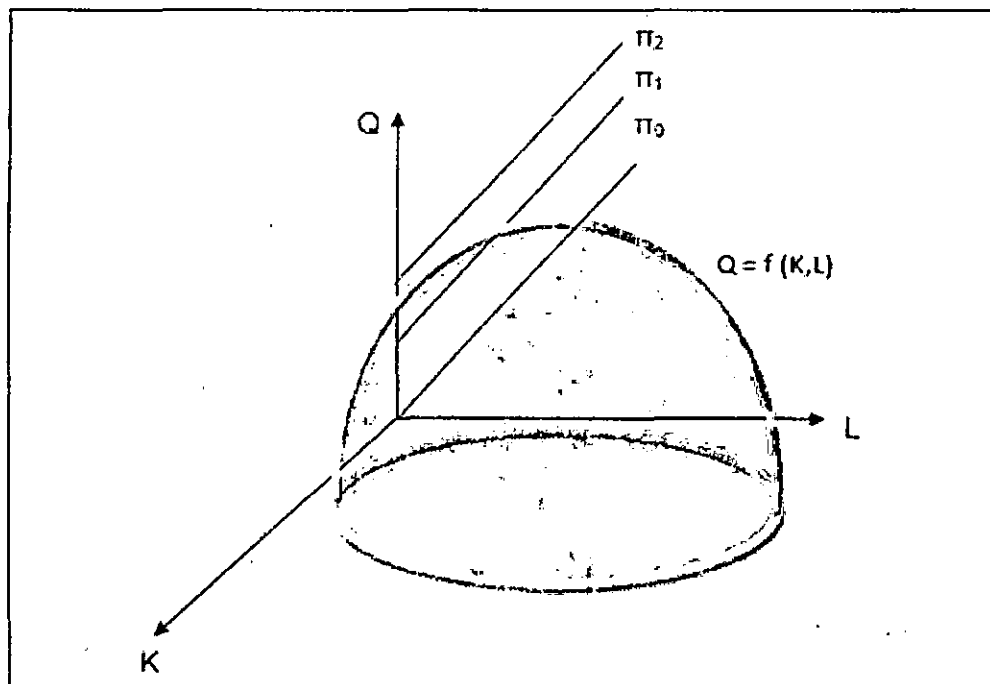
$$\text{Max } \pi = \text{Max } P \cdot Q(L, K) - WL - RK \quad (10)$$

Y ahora deben cumplirse la misma condición que en el corto plazo, pero para todos los factores:

$$P \cdot \text{PmgL} = W; \text{ y } P \cdot \text{PmgK} = R \quad (11)$$

Todo esto genera que el análisis se complique a un nivel tridimensional, que se presenta en el Gráfico 1.4, aquí se observa a la combinación de factores puede generar diferentes niveles de producción, y nuevamente el problema de maximización consiste en hacer tangente aquel punto de la función de producción que alcance el plano de isobeneficio más alto.

**Gráfico 1.4 Maximización del Beneficio en el Largo Plazo**



Elaboración propia

El análisis de las funciones de producción de corto y largo plazo permite intuir un planteamiento general, en el cual se pueda trabajar con una multiplicidad de variables, ya no solo de factores de producción, sino también de varios bienes o servicios, producidos por una sola firma, es decir, podemos suponer que una empresa produce  $m$  bienes ( $q_1, q_2, q_3, \dots, q_m$ ) haciendo uso de  $k$  inputs o factores ( $x_1, x_2, x_3, \dots, x_k$ ), al mismo tiempo, si conociéramos los precios de cada uno de los bienes ( $p_1, p_2, p_3, \dots, p_m$ ) y los precios de los factores ( $w_1, w_2, w_3, \dots, w_m$ ), los beneficios vendrían dados por:

$$\Pi = \sum p_i \cdot q_i - \sum w_i \cdot x_i \quad (12)$$

En la vida real, las empresas no manejan una especificación exacta de sus funciones de producción, y en el caso del sector público, la situación es aún más complicada, pues los productos o resultados del sector público, en la mayoría de los casos no son de carácter financiero, no tienen un precio de mercado, o no es posible obtener un cálculo preciso sobre su valor social y en los casos en que es más factible, a veces no están disponibles (Tam M. 2008). De acuerdo a esto, si fuera posible hacer uso de la información disponible para observar el desempeño, ya no de una sola firma, sino de diferentes unidades productivas a través de un análisis comparativo, se podría detectar si aquellas unidades están siendo eficientes o no, a través de la formación de una función de producción empírica que se forme en base a la muestra considerada.

Es posible imaginar un conjunto de firmas, dedicadas a la producción de determinado bien "Y", cada una de ellas produce una cantidad distinta de ese bien, y al mismo tiempo hacen uso de diferentes cantidades de insumos (por ejemplo K, L y H), la función de producción empírica formada por aquellas unidades que se encuentran por encima de las demás, permitiría afirmar que están siendo relativamente eficientes, y mediante la formación de esta frontera empírica se podría determinar también los puntajes de ineficiencia del resto

de unidades. Sin embargo, como se dijo, en el sector público, muchas veces no existe un mercado que permita determinar un precio para dichos productos, entonces es importante hacer una distinción entre dos tipos de eficiencia: La Eficiencia Técnica y La Eficiencia Asignativa o Precio, las cuales forman parte de un concepto más general, que es La Eficiencia Global.

La importancia de hacer una distinción entre estos dos tipos de eficiencia es que, la eficiencia técnica es útil como medida de desempeño para las instituciones públicas, pues son este tipo de instituciones las que no cuentan con un carácter lucrativo o no cuentan con un mercado que admita la determinación de precios. Este tema requiere una especial atención, por lo que será tratado en la siguiente parte del presente capítulo.

### **1.1.2 Describiendo las Definiciones de Eficiencia**

La Eficiencia se entiende como la obtención de los mejores resultados en el logro de los objetivos por medio del uso racional de los recursos disponibles, en el menor tiempo y costo.<sup>4</sup> Sin embargo es pertinente hacer una separación en este concepto que considere distintos aspectos de acuerdo al tipo de análisis, es así que la eficiencia global se puede dividir en Eficiencia Técnica y Eficiencia Asignativa.

#### **1.1.2.1 Eficiencia Técnica, Eficiencia Asignativa y Eficiencia Global**

##### **a) Eficiencia Técnica:**

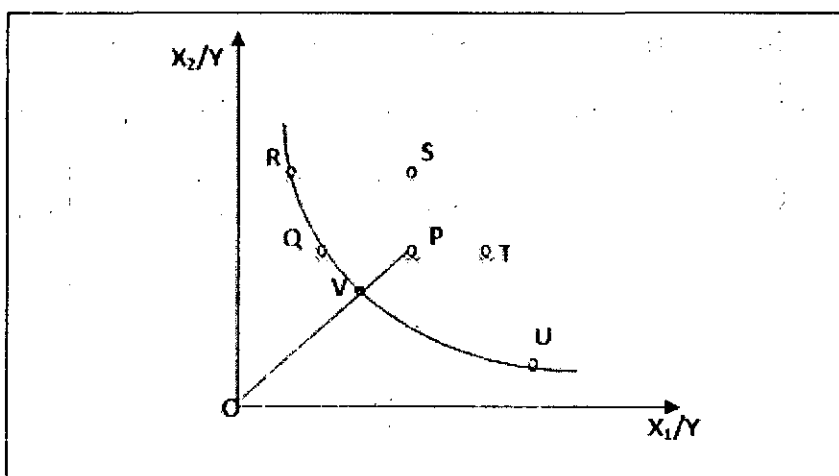
La eficiencia técnica mide la capacidad de una unidad (a estas unidades se les conoce como Unidades tomadoras de decisión o DMU por sus siglas en inglés: Decision Making Units) para producir la mayor cantidad posible de bienes

---

<sup>4</sup> Definición disponible en <http://www.slideshare.net/630506/1-indicadores>

usando para ello la menor cantidad posible de recursos (García J. s.f), y se obtiene al comparar el valor observado de cada unidad con el valor óptimo que viene definido por la frontera de producción estimada<sup>5</sup>, el Gráfico 1.5 puede ayudar a entender esta idea:

**Gráfico 1.5 Medición de la Eficiencia Técnica, Caso 2 Inputs ( $X_1, X_2$ ) y 1 Output (Y)**



Elaboración propia en base a las ideas planteadas por Farrell (1957)

Se observa que existen 6 unidades productoras (DMU): P, Q, R, S, T, U; que producen un único bien "Y", para lo cual hace uso de dos factores productivos  $X_1$  y  $X_2$ . Además existe una unidad productora adicional que está formada entre Q y U, a esta DMU que se ha denominado "V", y se conoce como DMU virtual, es decir no pertenece a la muestra sino se forma en base a ésta, y para este caso está formada en función a los comportamientos eficientes de las DMU Q y U, pues se ubica precisamente en el camino entre el origen y el punto ineficiente P. Es gracias a la formación de esta DMU virtual "V", que se puede medir nuevamente el puntaje de eficiencia técnica (TE) de la DMU P:

<sup>5</sup>Para más información revisar Coll V. y Blasco O. Evaluación de la eficiencia mediante el análisis envolvente de datos – Introducción a los modelos básicos. Valencia, s.f.

$$TE = OV/OP,$$

Conociendo que la distancia VP representa la ineficiencia de dicha DMU, es posible también determinar un valor para su ineficiencia técnica= VP/OP es decir el porcentaje en que todos los input pueden reducirse sin necesidad de reducir el nivel de producción.

Finalmente podemos considerar también dos tipos de orientación cuando hablamos de eficiencia técnica:

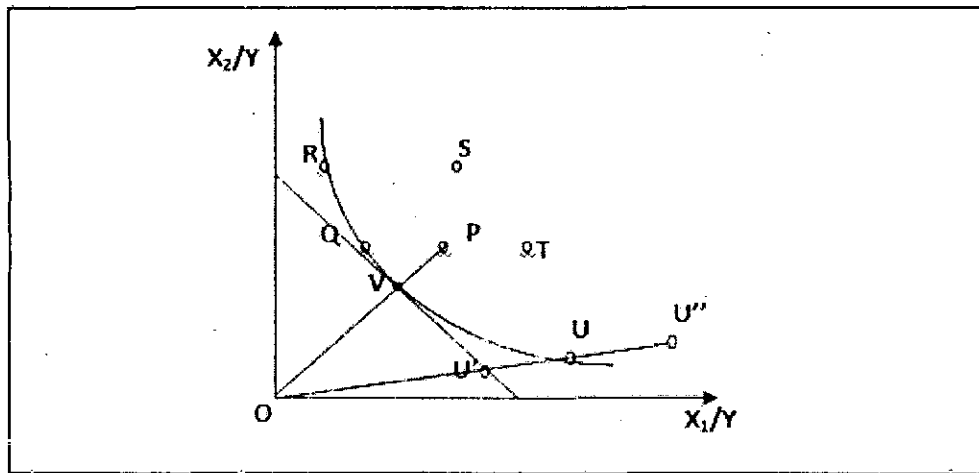
- Orientación output; mide la capacidad de una DMU para producir la mayor cantidad posible de bienes usando para ello una cantidad fija de recursos.
- Orientación input; mide la capacidad de una DMU para producir una cantidad fija de bienes usando para ello la menor cantidad posible de recursos.

#### **b) Eficiencia Asignativa o Precio:**

La eficiencia asignativa mide la capacidad de una unidad para producir bienes con un valor total máximo usando para ello recursos con el mínimo costo posible (ibíd.). Es decir se refiere a la capacidad de la Unidad para usar los distintos Inputs en proporciones óptimas dados sus precios relativos (Coll V. y Blasco O. s.f). Podemos extender el grafico previo para entender esta idea, mediante la adición de una Isocosto:



**Gráfico 1.6 Medición de la Eficiencia Técnica Asignativa y Global, caso dos Inputs  
( $X_1, X_2$ ) y un Output (Y)**



Elaboración propia en base a las ideas planteadas por Farrell (1957)

El gráfico anterior<sup>6</sup>, muestra que solo el punto V, está siendo eficiente técnica y asignativamente, pues se encuentra tanto en la isocuanta eficiente como en la isocosto. Si se observa el punto U, es posible darse cuenta que está siendo eficiente técnicamente pero no asignativamente, y si se observa el punto U'', este es ineficiente técnica y asignativamente, de tal modo que es posible calcular su puntaje de eficiencia asignativa (AE) mediante el ratio  $AE = OU'/OU$

Igual que en el caso anterior, la eficiencia asignativa tiene dos orientaciones:

- Orientación output: mide la capacidad de una DMU para producir bienes con el mayor valor posible usando para ello una cantidad fija de recursos.

<sup>6</sup> Como se observa en la gráfica existe mucha similitud con el proceso de minimización de costos de una firma cualquiera, así el punto eficiencia sería V, en el que es tangente la curva isocoste con la isocuanta.

- Orientación input: mide la capacidad de una DMU para producir una cantidad fija de bienes usando para ello recursos con el menor valor posible.

### c) Eficiencia Global o Total:

La eficiencia es un concepto más amplio, que engloba precisamente ambas definiciones anteriores. matemáticamente la eficiencia global (GE) es igual al producto de la eficiencia técnica por la eficiencia asignativa, en la gráfica 1.6

vendría representada por el ratio  $GE = OU'/OU'' = OU/OU'' \times OU'/OU$

### 1.1.3 La Universidad y su Papel Productivo en la Formación de Capital Humano

El Sistema Universitario debe desempeñar un papel importante en cualquier nación que pretenda llevar a cabo un crecimiento y desarrollo sostenido, no solo por el hecho de ver a la Educación Superior como una extensión a la educación primaria y secundaria que se imparte en los pobladores de una país, sino también como parte importante y un actor activo en la producción de mano de obra, técnicos y profesionales de calidad.

Los Modelos Modernos de Crecimiento Endógeno<sup>7</sup> intentan explicar cómo el crecimiento de una economía puede sostenerse sin necesidad de suponer alguna fuerza externa, y ha sido ampliamente difundida la idea de que una función de producción de una empresa o en general de cualquier economía debe considerar Externalidades de Conocimiento o en todo caso considerar la acumulación de Capital Humano de tal modo que la fuerza laboral se torne más eficiente, esto implicaría que el proceso de adquisición del conocimiento se puede hacer via

<sup>7</sup> Las ideas planteadas en esta sección en su mayoría han sido extraídas del libro de José de Gregorio: Macroeconomía Teoría y Políticas.

aprender del mismo trabajo o se puede sacrificar ingresos, dejando de trabajar y educándose.

Como menciona De Gregorio (s.f.) una alternativa para generar el crecimiento endógeno es considerar la acumulación de capital humano. La característica clave de pensar en el trabajo como Capital Humano es que se puede acumular. El trabajo se reproduce a la tasa de crecimiento de la población. Sin embargo la fuerza de trabajo se puede hacer más eficiente invirtiendo en capital humano. Por ejemplo sacrificando trabajo y usando ese tiempo en estudiar se puede mejorar la calidad de la mano de obra, o sea tener más capital humano. Si denotamos el capital humano per-cápita por  $h$ , la función de producción en términos per cápita sería:  $y = Ak^{1-\alpha}h^{\alpha}$ .

Lo importante aquí es que ya sea que se plantee una función genérica tal como:

$$Y = F(K, L, RN, TEC, C-E) \quad (13)$$

O una función de producción tal como:

$$y = Ak^{1-\alpha}h^{\alpha} \quad (14)^8$$

La Universidad al brindar servicios de tipo académico, se comporta como la principal fuente proveedora de los recursos de Capacidad Empresarial, en la primera ecuación, o de Capital Humano, en la segunda, que le permiten un crecimiento sostenido a las empresas (incluyendo instituciones públicas) y a la economía; y es aquí donde descansa la importancia de un Sistema Universitario

---

<sup>8</sup> Ambas ecuaciones las podemos encontrar disponibles en el Libro de José de Gregorio: Macroeconomía Teoría y Políticas, pág. 269; donde  $Y$ = Producto  $K$ = Capital,  $L$ = Fuerza Laboral,  $RN$ = Recursos Naturales,  $TEC$  = Tecnología, y  $C-E$  = Capacidad Empresarial para el caso de la ecuación 13; e  $y$ = Producto Per Cápita  $k$ = Capital Per Cápita,  $h$ = Capital Humano para el caso de la ecuación 14.

de calidad, que además debe estar en concordancia con otros agentes tales como el gobierno y las empresas, tal como nos indica la CEPAL<sup>9</sup>:

*“Una visión simplificada de los actores de un Sistema Nacional de Innovación incluye la tríada formada por gobierno, universidades y empresas. Sin embargo, la realidad de un sistema de innovación es mucho más compleja que esta representación triangular y los canales de interrelación entre los diferentes agentes tienen también un rol protagónico”.*

Esta idea se puede entender mejor en el Cuadro 1.1, el cual muestra como las Instituciones de Educación Superior juegan un papel primordial en la generación de conocimiento, mediante sus principales funciones tales como la formación de recursos humanos - conocimientos, la investigación científica, y su misión de extensión (aquella relacionada con otros sectores de la sociedad).

**Cuadro 1.1 Principales Funciones de los Agentes del Sistema Nacional de Innovación en la Generación, Difusión y Uso del Conocimiento.**

		ACTORES DEL SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN			
Funciones,		Actores gubernamentales	Centros de investigación	Instituciones de educación superior	Actores de mercado: empresas
Financiamiento		X		X	X
Formación de recursos humanos para las capacidades científicas y tecnológicas				X	
Generación del conocimiento científico y tecnológico	Investigación básica			X	
	Investigación aplicada		X	X	X
Difusión del conocimiento científico y tecnológico			X	X	
Innovación					X

Fuente: Espacios Iberoamericanos: Vínculos entre Universidad y Empresas para el desarrollo tecnológico- CEPAL. (1)

<sup>9</sup> Bárcena Alicia, et al. En Espacios Iberoamericanos: Vínculos entre Universidad y Empresas para el desarrollo tecnológico. Trabajo realizado en acción conjunta de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Secretaría General Iberoamericana (SEGIB), y la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID). Santiago de Chile, Noviembre de 2010.

## 1.2. Evidencia Empírica

El interés en la evaluación y valoración de la eficiencia de diferentes entidades ha traído consigo la utilización de diferentes aplicaciones metodológicas, un método que se ha desarrollado y es comúnmente utilizado para determinar las eficiencias de las unidades de negocios es el análisis radial (Güemes D. 2004) también conocido como análisis de ratios. Otra herramienta también utilizada para ver la situación estratégica de una empresa es el análisis SWOT (strength- weaknesses- opportunities- threats) comúnmente conocido en el análisis FODA. La estimación de funciones de producción a través de la utilización de un análisis econométrico también es un mecanismo que se ha extendido bastante en diferentes estudios e investigaciones.

En lo que a este trabajo concierne, hay que tener presente que se pretende evaluar las unidades productivas de una entidad pública, en ese sentido el afán de medir el desempeño y la eficiencia en instituciones públicas sin fines de lucro, como nos dice Martin E. (2003), conduce al desarrollo de indicadores de desempeño, cada uno de los cuales pretende medir los resultados (insumos) de un grupo de productos (factores de producción). La metodología DEA (Análisis Envolvente de Datos) permite añadir indicadores de ejercicio con el objetivo de obtener medidas de desempeño a través de la comparación de un grupo de unidades de decisión.

A continuación se presenta de manera concisa algunos trabajos aplicativos de la metodología DEA, estos trabajos tuvieron como objetivo principal la estimación de puntajes de eficiencia de las unidades de diferentes entidades públicas tanto a nivel internacional como a nivel nacional.

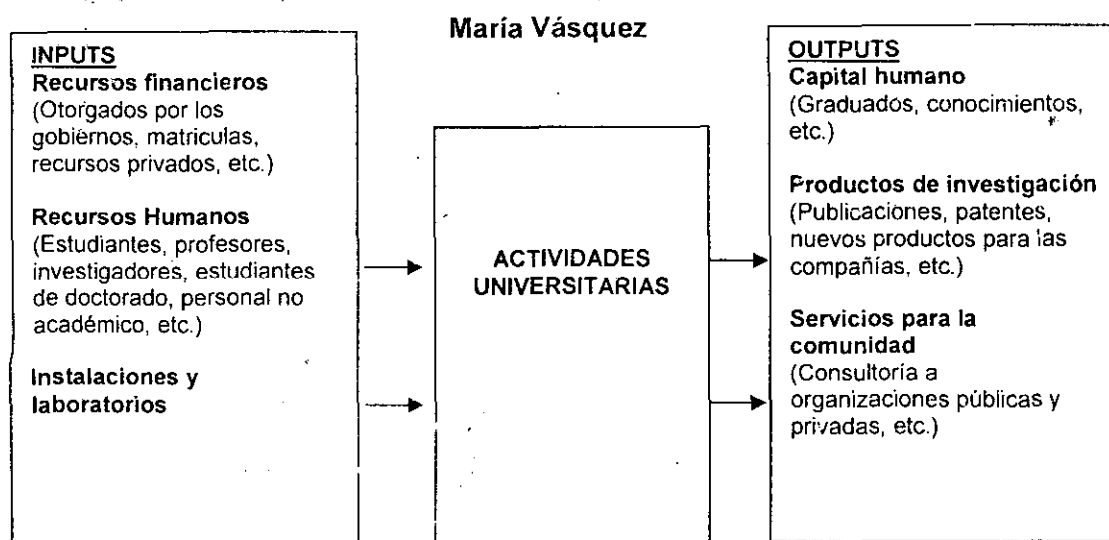
### **1.2.1 La Evaluación en el Desempeño: Balance de los Estudios Realizados a Nivel Internacional.**

Grosso modo, los trabajos en los cuales se pretende analizar la eficiencia de las universidades se han realizado a dos niveles principalmente:

#### **a) Inter Universidades**

En el primer caso se realizan estos estudios a nivel inter universidades, tal es el caso del trabajo realizado por Vásquez A. (2010) que realiza un análisis de la eficiencia técnica a través del uso de la metodología DEA a 43 Universidades Públicas Presenciales en España; trabajo realizado para los años académicos 2004/2005 y 2006/2007 y se define un modelo simplificado para el proceso productivo de las Universidades considerando entre sus variables inputs a: Recursos Financieros, Recursos Humanos (estudiantes, profesores, investigadores, estudiantes de doctorado, personal no académico), Instalaciones y laboratorios; y a sus variables output: Capital Humano (graduados, conocimiento, etc.), Productos de Investigación (publicaciones, patentes, nuevos productos, etc.), Servicios para la Comunidad.

### Esquema 1.1 El Proceso Productivo de las Universidades, según Angélica



Fuente: Vázquez A. 2010

En el esquema 1.1 se muestra el proceso productivo de servicios en las Universidades Españolas según el documento de trabajo citado, del cual se ha considerado para la presente investigación una estructura similar, que incluye Recursos Financieros, Recursos Humanos (Horas de clase dictadas por facultad), e Instalaciones y Laboratorios como variables Input; y Capital humano (Graduados), y Productos de investigación (Trabajos de investigación publicados), como variables Output.

Los resultados obtenidos en el trabajo de Vázquez, muestran que cuando se asumieron retornos constantes a escala para el periodo de análisis 2004/2005, el modelo presento que el 46% de las unidades eran eficientes al 100%, el 22% tomaban valores entre 90% y 99%, el 14% de las unidades se encuentran entre el 80% y 89%. Mientras que en el periodo de análisis 2006/2007, el 22% de las unidades son eficientes al 100%, el 34% toman

valores entre 90% y 99%, el 22% de las unidades se encuentran entre 80% y 89%.

#### **b) Intra Universidad**

En el segundo nivel, el más extendido de los dos, se realiza este tipo de análisis intra universidad, es decir los estudios se realizan internamente por cada universidad, por lo que las unidades de análisis son las unidades académicas ya sean departamentos académicos, unidades productivas o facultades.

En este segundo grupo encontramos trabajos como el de Martín E. (2003), quien utiliza la metodología DEA para evaluar el desempeño de los 52 departamentos de la universidad de Zaragoza en España al año 1999. Y para su función de producción considera los siguientes tipos factores: Recursos Humanos, Recursos Financieros, y Recursos Materiales. Estos factores se conjugan para producir las que él considera sus variables output, a saber; Indicadores de enseñanza, e Indicadores de Investigación. A partir de ahí estima cuatro modelos DEA de una mistura entre orientaciones input y output, y retornos constantes y variables a escala a partir de una formulación general que puede ser planteada como  $A = f(RR.HH, RR.FF, RR.MM)$ , Donde "A" representa la conjunción de las variables resultados, que estaría en función de las demás variables consideradas como insumos.

En la Cuadro 1.2, que se presenta a continuación se hace un resumen de la utilización de las variables Inputs y Outputs en los cuatro modelos.



**Cuadro 1.2 Modelos DEA y Utilización de Variables Según Emilio Martín**

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
<b>Inputs</b>	X	X	X	X
Doctors	X	X	X	X
Non Doctors	X	X	X	X
Budgtary Assignment	X	X	X	X
Annual Pay Off	X	X	X	X
<b>Outputs</b>				
Cred*exper.coef	X	X	X	X
PhD Credits	X	X	X	
Thesis read last year	X	X		X
Research activity incomes	X		X	X
Reserch activity compute	X	X	X	X

Fuente: Martín Emilio 2003

Martín R. (2005) también efectúa un trabajo en el que realiza una aplicación empírica del DEA, para analizar la eficiencia técnica en los departamentos no experimentales de la Universidad de La Laguna. Considera en su estudio una función de producción conformada por variables input y output; en las primeras encontramos a los Recursos Humanos (catedráticos universidad, catedráticos escuela, titulares universidad, titulares escuela, profesores asociados y ayudantes) y Recursos Financieros (presupuesto departamental); y usa como variables output a la Docencia (% profesores con buena valoración en encuesta evaluación docente, N° créditos impartidos por departamento, N° alumnos matriculados en primer y segundo ciclo por departamento, N° alumnos de tercer ciclo por departamento) e Investigación (N° de publicaciones, ingresos de proyectos de investigación).

Finalmente encontramos el trabajo de Torrico A et al. (2009) quien plantea un modelo general a seguir, útil en el análisis de la eficiencia aplicado a la Universidad de Málaga correspondiente al curso 2006-07 que ayuda a explicar los aspectos más ventajosos y debilidades de las unidades evaluadas. Para esto considera entre sus variables input a: La Capacidad Docente del Profesorado Funcionario, y La Capacidad Docente del Profesorado no Funcionario; y sus variables output son: Alumnos Computables, Participación Académica y Productividad Científica. Finalmente los autores realizan una extensión en la que aplican un análisis de cluster a los resultados obtenidos en la parte de la aplicación del DEA.

#### **1.2.2 La Evaluación en el Desempeño: Balance de los Estudios Realizados a Nivel Nacional.**

El uso del Análisis Envolvente de Datos no ha sido muy extendido en la realización de aplicaciones metodológicas a nivel nacional, sin embargo algunos de ellos han sido de utilidad para la realización de este trabajo, pues se analiza la eficiencia de determinadas instituciones de carácter público. El primer caso considerado es el estudio realizado para la Universidad de Florida por Chen Lin (2005), quien utiliza datos sobre los servicios de agua brindados en el Perú entre los años 1996-2001, este estudio examina cómo la introducción de variables de calidad afecta a las comparaciones de rendimiento de empresas de servicios públicos, presentando diferentes modelos de frontera para mostrar como la calidad puede ser incorporada en los estudios del benchmarking. Este mismo autor realiza una extensión a su trabajo en el año 2008 (Chen L. y Sanford B.2008) utilizando data de 38 instituciones proveedoras de servicios de agua recurriendo a un nuevo

modelo que considera el índice de Malmquist, para analizar los cambios en la productividad.

Otro trabajo es el realizado por Ligarda J. y Naccha M. (2005) ellos realizan una evaluación mediante el uso del DEA a los establecimientos de salud agrupados en micro redes (MR) ubicados en la provincia de Lima (Lima este), considerando datos del año 2003 de variables output tales como Actividades Promocionales, y el Número de Atenciones, y de variables input como Consumo de medicamentos, Gasto en Personal Médico, y Gasto en otro tipo de Personal. La información obtenida permite la obtención de conclusiones acerca la posibilidad de ahorrar recursos e incrementar la producción en dicho sector analizado.

Finalmente encontramos el trabajo de Tam M. (2008) quien realiza una aplicación metodológica del DEA para las Direcciones Regionales de Educación a nivel nacional, considera entre sus variables insumos al Gasto Público en educación por estudiante, Ratio de Docentes a Alumnos, y, Disponibilidad de Espacios Educativos, Equipamiento y Servicios de la Institución Educativa; y entre sus variables resultados encontramos a la Cobertura Educativa, Conclusión Oportuna y Logro Académico de los Estudiantes. Luego de esta estimación se consideran además variables discrecionales tales como la ruralidad de las regiones, el estatus socioeconómico y cultural, para estimar un modelo Tobit para controlar el efecto de estas últimas.

### **1.3. Marco Institucional y Contexto actual del Sistema Universitario Peruano**

#### **1.3.1. El Sistema Universitario Peruano**

Al año 2011, el Sistema Universitario Peruano ha vivido un crecimiento explosivo, así en los 78 años transcurridos entre 1917 y 1995 en el Perú se crearon 52 universidades<sup>10</sup>, por otra parte entre 1996 y 2010 se crearon un total de 43 universidades, es decir en 14 años se crearon 83% de las universidades que ya existían, en menos de la mitad del tiempo. En la actualidad existen 100 casas de estudio según el II Censo Nacional Universitario 2010, de las cuales 65 son privadas y 35 públicas, y crecieron en los 14 años casi en 124% y 25% respectivamente con un total de 650 000 matriculados en casi 200 carreras<sup>11</sup>, esto hace suponer que la educación superior se está extendiendo a una velocidad impresionante, sin embargo este crecimiento en la oferta educativa hace sospechar también una descompensación en cuestiones de la calidad de los servicios que se ofrecen.

#### **1.3.2. La Universidad Nacional de Piura: Marco Institucional y Situacional**

La Universidad Nacional de Piura fue fundada el 3 de Marzo de 1961, mediante ley N°13531 con el nombre de Universidad Técnica de Piura. Tiene autonomía académica, normativa, administrativa y económica dentro de la Ley. Imparte educación superior gratuita conforme a la Constitución Política del Perú, y concibe a la educación superior como una etapa de la formación integral del

---

<sup>10</sup> No se consideran las primeras 5 universidades que fueron creadas antes del siglo XX: la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, que fue creada en 1551. En 1692 se creó la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, en 1824 la Universidad Nacional de Trujillo y en 1827 la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Para más información revisar: Díaz Juan. Educación superior en el Perú: tendencias de la oferta y la demanda para Grupo de Análisis para el Desarrollo (GRADE). Lima, 2008

<sup>11</sup> Revista América económica, Ranking 2010 las mejores universidades del Perú, visitado en <http://rankings.americaeconomia.com/2010/mejores-universidades-peru> el día 26 de marzo de 2011.

hombre orientada a su máxima realización. Esta institución tiene como misión la formación humanística de profesionales que coadyuven al desarrollo integral, produciendo conocimiento a través de la investigación y proyectándose a la comunidad por medio de la extensión y proyección social, orientados a mejorar la calidad de la vida de sus habitantes<sup>12</sup>.

En la actualidad la Universidad Nacional de Piura cuenta con 14 facultades, y 29 especialidades, y en el aspecto situacional cabe mencionar que la Universidad ha ido menguando tanto su calidad de enseñanza como sus resultados académicos, pues existe una brecha que cada vez la rezaga más y más de su principal competencia en la Región, y esto lo demuestra El Ranking 2010 de las Mejores Universidades del Perú realizado por la revista América económica, la cual efectuó este estudio para determinar las 15 mejores universidades del Perú, entre las cuales no aparece la Universidad Nacional de Piura. Lo alarmante<sup>13</sup> para esta institución es que en este ranking si figura la Universidad de Piura, en el puesto 7, pues no es para nadie un secreto que dicha casa de estudio más joven, ha demostrado por mérito propio tener una mayor calidad de gestión y servicios educativos. Los anterior se corrobora también por el mismo ranking aplicado por facultades, ocho específicamente: Administración, Arquitectura, Contabilidad, Derecho, Economía, Ingeniería Civil, Ingeniería Industrial y Psicología, de entre cuales figura dos veces entre las mejores nuevamente la Universidad de Piura, ubicándose como la cuarta mejor Universidad en Ingeniería Industrial, y la sexta mejor Universidad en Administración.

---

<sup>12</sup> Disponible en página oficial:

[http://www.cunnp.edu.pe/unpiura/index.php?option=com\\_content&view=article&id=57&Itemid=90](http://www.cunnp.edu.pe/unpiura/index.php?option=com_content&view=article&id=57&Itemid=90)

<sup>13</sup> Alarmante en el sentido de que se muestra un rezago que se va ampliando y que lo comprueba el estudio Piloto realizado Luis Piscoya Hermoza en el año 2007, en el cual también se realiza un ranking de las universidades en el Perú. En esa ocasión la Universidad de Piura y La Universidad Nacional de Piura ocupaban el puesto 22 y 36 respectivamente de entre un universo considerado de 68 universidades. Las páginas de donde se extrajo esta información fueron <http://es.scribd.com/doc/109513/Ranking-Universitario-en-el-Peru> y <http://es.scribd.com/doc/4541167/RANKING-UNIVERSITARIO>. 26 de marzo de 2011.

#### **1.4. Variables de Estudio: Análisis Descriptivo y Limitaciones.**

Las variables consideradas en el presente estudio, han sido divididas en dos grupos, las primeras los Inputs, Recursos o Factores, que son aquellas que quedan a manejo de las Unidades ejecutoras, en este caso las Facultades, y por otro lado las variables tipo Output que son una medida de la producción y resultados de las Facultades por periodo.

En el primer grupo se encuentran los Recurso Humano, con dos componentes, el primero medido como las horas de docencia a la semana dictadas en las Facultades, y el segundo como el Número de Profesores con Trabajos de Investigación por periodo; Recursos Financieros, medido en Nuevos Soles y representan aquellos recursos con los que cuentan las facultades en materia económica; Infraestructura y Equipamiento, que se mide a través de la tasa de depreciación o utilización de las Instalaciones en Nuevos Soles.

En el segundo grupo se encuentran las variables Output, las primeras categorizadas como capital Humano y que lo conforman la proporción de egresados en función a la cantidad de ingresantes, y la proporción de titulados con tesis en función a las demás modalidades; y la otra variables es la Investigación que se mide a través de la cantidad de Trabajos de Investigación publicados por facultad en el año.

Un último aspecto antes de pasar a la presentación de cada una de las variables, es mencionar que en este tipo de análisis puede existir un gama de opciones a considerar para la elección de las mismas, sin embargo es necesario que el criterio sea la elección de aquellas variables que se aproximen más a una medida de calidad antes que de cantidad, sin embargo una de las grandes limitantes con las que cuenta el presente trabajo de investigación es el difícil acceso a información de calidad, como en el caso de

los recursos humanos, pues es complicado distinguir si es que la docencia y la investigación es impartida o realizada por diferentes tipos de docentes, con distintos logros académicos, o grados tales como Licenciaturas, Maestrías, Diplomados, o Doctorados, esto resta en cuestiones de calidad a la información obtenida. Otra dificultad se presenta debido a que no se puede medir el efecto de la educación superior sobre la calidad laboral de todos los egresados de cualquier especialidad, si esto fuera posible, quizá esta fuera la variable output más importante a considerar, y quizá la única; es por eso que se ha considerado hasta dos variables proxy para hacer un acercamiento a la calidad de egresados, una es la proporción de egresados con respecto al flujo de ingresantes y la otra es la proporción de titulados bajo la modalidad de tesis.

Presentadas las variables a considerar en el análisis y las limitaciones con las que cuenta la información con el que se llevará a cabo el análisis, a continuación se hace una descripción más detallada de cada una de las variables, en la que se presentan sus unidades de medida y algunas estadísticas descriptivas.

### **Variables Inputs**

#### **Recursos Humanos**

- **Docencia:** Horas dedicadas a la docencia por semana en las facultades (RD). Con un promedio de 576,3 horas de clase, una mediana de 400, un máximo de 1395 correspondiente a la Facultad de Ciencias en el año 2008, y un mínimo de 155 correspondiente a la Facultad de Ingeniería Civil en el mismo año.
- **Investigación:** Número de docentes que realizaron actividades de Investigación durante el año (RI). Con una media de 11,6 investigadores, una mediana de 6, un máximo de 66 correspondiente a la Facultad de Ciencias en el año 2009, y un mínimo de 1 correspondiente a diferentes Facultades en los dos periodos de análisis.

#### **Recursos financieros**

- **Presupuesto:** Recursos Financieros con los que cuentan las Facultades por periodo (RF). Esta variable tiene un promedio de S/.203 793,7 una mediana de S/.159 016,9, un máximo de S/.561 806 correspondiente a la

Facultad de Medicina Humana en el año 2009, y un mínimo de S/.65 028,3 correspondiente a la Facultad de Arquitectura en el año 2008.

#### Infraestructura y equipamiento

- Valor de los ambientes y equipamiento para la enseñanza y aprendizaje en los periodos de análisis: medido a través de la tasa de utilización o tasa de depreciación de los ambientes y recursos de periodicidad anual (IF). Esta variable cuenta con un promedio de S/.60 765,1, una mediana de S/.58813, un máximo de S/.139 127,1 correspondiente a la Facultad de Ciencias, y un mínimo S/.12 975 correspondiente a la facultad de zootecnia.

#### Variables Outputs

##### Capital Humano

- Proporción de egresados con respecto al flujo de ingresantes (EG). Esta variable tiene un promedio 74,3%, una mediana de 61,5%, un máximo de 183,8% correspondiente a la Facultad de Arquitectura y Urbanismo en el año 2008 y un mínimo de 16,6% correspondiente a la Facultad de Ingeniería de Minas en el año 2009.
- Proporción de titulados bajo la modalidad de tesis (TT). Esta variable cuenta con un promedio de 23,7%, una mediana de 9%, un máximo de 100% correspondiente a la Facultad de Medicina en ambos años, y un mínimo de 1 correspondiente a la Facultad de Arquitectura y Urbanismo en el año 2009.

##### Investigación

- Número de trabajos de investigación publicados por Facultad (TP). En este punto cabe mencionar que se le ha dado una doble ponderación a la investigación, es decir al tener como variable input el número de investigadores, es necesario dar prioridad a la producción en investigación, pues de otro modo, Facultades con bajo nivel de producción en investigación, debido a un poca cantidad de Investigadores, tendrían los mismos niveles de eficiencia que aquellas con una gran producción por parte de muchos docentes dedicados a la misma.

De acuerdo a los datos recolectados, se presenta a continuación el cuadro resumen de las principales estadísticas descriptivas de las variables mencionadas anteriormente.



**Cuadro 1.3 Resumen de las Estadísticas Descriptivas de las Variables del Modelo**

Estadística	Inputs				Outputs		
	Horas de Clase	Numero de Investigadores	Recursos Financieros	Tasa de Utilización de las Instalaciones	Proporción de Egresados	Proporción de Titulados con Tesis	Número de Investigaciones Publicadas
Media	576.3	11.6	203793.7	60765.1	74.3	23.7	17.9
Mediana	400.0	6.0	159016.9	58813.0	61.5	9.0	12.0
Máximo	1395.0	66.0	561806.0	139127.1	183.8	100.0	86.0
Mínimo	155.0	1.0	65028.3	12975.7	16.6	1.0	2.0
Desviación Estándar	368.9	14.3	129598.1	33310.7	37.7	31.0	19.0
Varianza	136056.5	204.1	16795667523.6	1109600735.8	1418.0	959.0	360.9
Observaciones	28	28	28	28	28	28	28

Resultados arrojados por paquete econométrico E-Views 6

## Capítulo 2: Aspectos Metodológicos

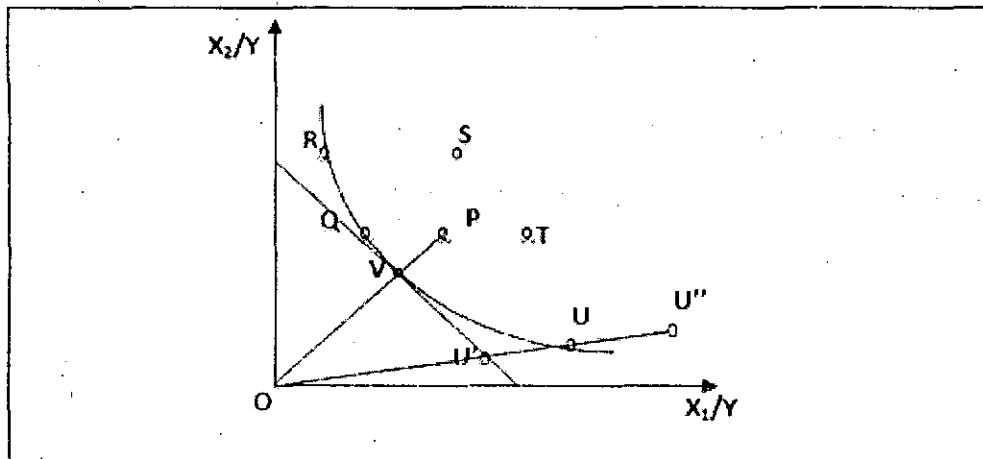
Como se vio en el capítulo anterior, un aspecto importante en la medición de la eficiencia es la formación empírica de funciones de producción en base a los datos que se dispone de determinadas unidades de análisis, en este caso, las Facultades de la Universidad Nacional de Piura, pues bien, a partir de ahí, es posible hallar los puntajes de eficiencia mediante la aplicación metodológica del Análisis Envolvente de Datos (DEA), esta metodología utiliza técnicas de programación lineal y principios de análisis de frontera para analizar la eficiencia relativa de dichas unidades (Güemes 2004) dándole un carácter descriptivo al tipo de análisis que se ha de realizar. A continuación se explicarán una serie de situaciones básicas en la que es posible hacer una representación gráfica, esto con la finalidad de hacer un planteamiento sencillo y general sobre lo que implica el uso de dicha metodología. Luego de esto se pasará a hacer una formulación de los problemas de programación matemáticos que es capaz de resolver el software computacional DEAP 2.1; se hará una presentación de las variables, su medida, imitaciones y ventajas; y finalmente se explicarán algunas características y ventajas que presenta el uso de dicho software.

### 2.1. Descripción de los Procedimientos: La Medición de la eficiencia y el Análisis Envolvente de Datos

El trabajo realizado por Farrell (1957), aplicado a la producción agrícola en Estados Unidos provee de una medida mediante la cual se puede determinar cuál es la eficiencia de distintas unidades inmersas en el proceso, una aproximación a las ideas de este autor las podemos encontrar en el gráfico 1.6 presentada en el capítulo anterior, en ésta se representaba dos inputs ( $X_1$  y  $X_2$ ) y un output ( $Y$ ), veíamos como haciendo uso de una curva isocuanta en la que se presenta el producto por unidad de insumo, y una curva

isocosto, podemos ser capaces de hallar una medida para la eficiencia técnica y la eficiencia asignativa; así los puntajes de la eficiencia para el punto U" serían los siguientes:

**Gráfico 1.6 Medición de la Eficiencia Técnica, Asignativa, y Global, caso dos**  
Inputs( $X_1, X_2$ ) y un Output (Y)



Elaboración propia en base a las ideas planteadas por Farrell (1957)

$$TE \text{ (Eficiencia Técnica)} = OU/OU''$$

$$AE \text{ (Eficiencia Asignativa)} = OU'/OU$$

$$GE \text{ (Eficiencia Global)} = OU'/OU''$$

Estas ideas sirvieron como base para el trabajo de Charnes A; Cooper W y Rhodes E (1978), quienes propusieron un modelo con orientación input, y asumieron retornos constantes a escala (CRS), para aplicar lo que era una nueva metodología capaz de hacer uso de los datos disponibles de las variables inputs y outputs, y hacer una aproximación o estimación de una frontera relativamente eficiente, a esta nueva metodología se le conoció como Análisis Envoltente de Datos o Data Envelopment Analysis (DEA), y recibe ese nombre precisamente porque se encarga de formar una

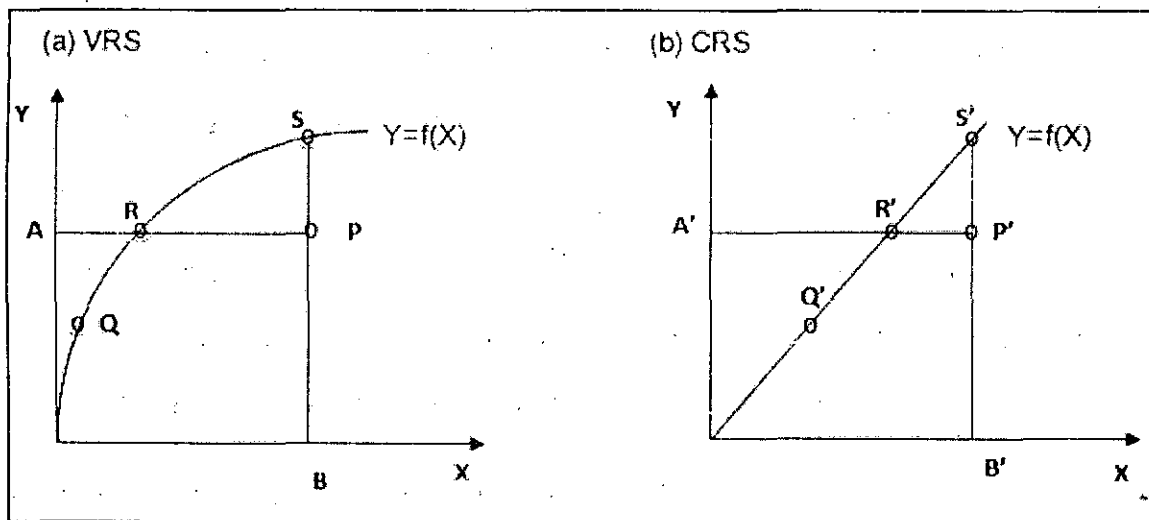
envoltura sobre aquellas unidades que tienen un desempeño relativamente eficiente dentro de un proceso productivo. Para la formación de dicha envoltura se hace uso de procedimientos matemáticos, lo que permite extender el análisis a múltiples variables, tanto insumos como productos.

La formulación matemática pertinente al Análisis DEA será presentada más adelante, mientras que a continuación se expondrán algunos casos de funciones con diferente número de input y output, en los que se determina la eficiencia de sus unidades.

### 2.1.1. Función de Producción Simple: Un Input, un Output

En esta parte se presenta un caso en el que existen distintas unidades homogéneas que producen un solo producto:  $Y$ , haciendo uso también de un solo insumo:  $X$ , también se diferencian retornos constantes y retornos variables a escala. El Gráfico 2.1 permite entender esta idea.

**Gráfico 2.1 Medición de la Eficiencia Técnica, Caso un Input ( $X$ ) y un Output ( $Y$ )**



Elaboración propia

Las dos funciones de producción representadas en la gráfica anterior, están formadas en base 4 unidades o DMU, la diferencia entre ambas es que, en la parte (a) se asumen retornos variables a escala (VRS) y en la parte (b) se asumen retornos constantes a escala (CRS).

En la parte (a), el punto P, resulta ser ineficiente, en el caso de la parte (b) aquel punto ineficiente vendría dado por su análogo P'. Esta gráfica nos permitirá entender la diferencia entre los dos tipos de orientaciones planteadas en el marco teórico; orientación input y orientación output.

- ✓ Orientación input caso (a): si sabemos que la distancia RP representa la ineficiencia de la unidad P, podemos determinar su puntaje de eficiencia técnica, medido por el ratio  $TE_i = AR/AP$ .
- ✓ Orientación output caso (a): si sabemos que la distancia PS representa la ineficiencia, podemos determinar su puntaje de eficiencia técnica, medido por el ratio  $TE_o = BP/BS$ .

Notemos que los puntajes de eficiencia técnica (TE), se encuentran en un rango de  $0 \leq TE \leq 1$ , pero su valor difiere de acuerdo a la orientación que se les da (output o input), es decir  $AR/AP \neq BP/BS$ .

- ✓ Orientación input caso (b): el argumento es parecido, y de igual forma los puntajes de eficiencia técnica pueden ser medidos con la distancia  $TE_i = A'R'/A'P'$ .
- ✓ Orientación output caso (b): en este caso el ratio  $B'P'/B'S'$  vendría a ser el puntaje de eficiencia técnica ( $TE_o$ ) de la unidad P.

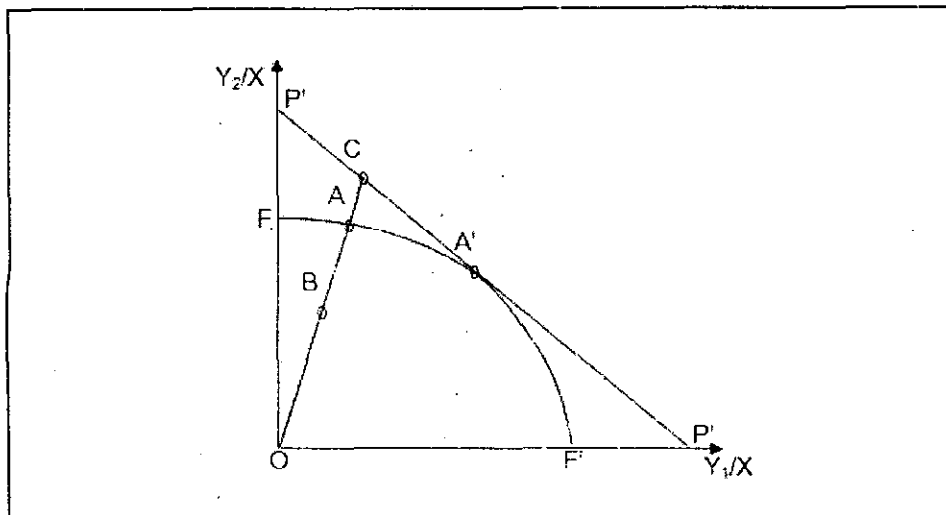
Nuevamente los puntajes de eficiencia técnica (TE), se encuentran en un rango de  $0 \leq TE \leq 1$ , la diferencia aquí es que en este caso los puntajes de eficiencia técnica son los mismos, sin importar cuál sea el tipo de orientación, es decir  $A'R'/A'P' = B'P'/B'S'$ .

Lo anterior tiene una implicancia fundamental, pues uno puede determinar hasta dos puntajes de eficiencia técnica si en el análisis que se está haciendo se asumen Retornos Variables a Escala (VRS), por el contrario, si en el análisis se asumen Retornos Constantes Escala (CRS), solo es necesario hallar un puntaje de eficiencia técnica, sin importar la orientación que se les dé.

#### **2.1.2. La Conocida Frontera de Posibilidades de Producción: Caso un Input, dos Outputs.**

En este caso se ha de considerar para cada unidad, el output producido por unidad de producto (Coll V. y Blasco O. sf.), es decir si tenemos dos output:  $Y_1$  e  $Y_2$ , y un input:  $X$ ; nos interesará trabajar con  $Y_1/X$  e  $Y_2/X$  para así determinar los puntajes de eficiencia de cada unidad considerada en el análisis, el gráfico 2.2 nos ayuda a comprender esta idea:

**Gráfico 2.2 Eficiencia Técnica y Asignativa con Orientación Output, caso dos Outputs ( $Y_1, Y_2$ ) y un Input ( $X$ )**



Elaboración propia en base a Coelli T. (1996)

En la gráfica anterior tenemos una frontera de posibilidades de producción determinada por la curva  $FF'$ , y una frontera isocosto representada por  $PP'$ , si analizamos primero la unidad  $B$ , podemos determinar que su puntaje de eficiencia técnica viene dado por  $TE = OB/OA$ ; de igual forma como tenemos información de precios representada en la curva isocosto, es posible conocer la eficiencia asignativa de esa misma unidad, a saber;  $AE = OA/OC$ . Finalmente podemos definir la eficiencia global como el ratio  $GE = OB/OC$ , que es producto de la eficiencia técnica por la eficiencia asignativa  $GE = TE \times AE$ .

## 2.2. El Análisis Envolvente de Datos y el Problema de la Formulación Matemática:

A continuación se hará un planteamiento general sobre el problema matemático a resolver para el cálculo de los puntajes de eficiencia de acuerdo a la metodología DEA. Así como se ha considerado una mixtura entre orientaciones y supuestos sobre los tipos de rendimientos, es de esperarse que existan distintas clases de especificación, para decirlo de forma más clara, primero se presentará la formulación con orientación output (para el

cual se realiza un proceso de maximización), luego viene la formulación de con orientación input (que obedece a un proceso de minimización), seguido se impondrá una restricción de convexidad para cada uno de los modelos con la finalidad de representar retornos variables a escala en las funciones de producción.

Para cualquiera que sea el caso, hemos de definir lo siguiente; asumimos datos de K inputs y M outputs para cada una de las N firmas o DMU. Para el caso de la i-ésima DMU, estos se representan en los vectores  $x_i$  e  $y_i$ . La matriz X de KxN, y la matriz Y de MxN, representan respectivamente la data para todas las N DMU.

### 2.2.1. Orientación Output con Retornos Constantes a Escala

En principio nos interesaría obtener una medida del ratio de todos los output sobre todos los inputs para cada DMU, así como  $u'y_i/v'x_i$ , donde "u" es un vector Mx1 de ponderaciones output y "v" es un vector Kx1 de ponderaciones input, para la selección óptima de las ponderaciones se especifica el problema de programación lineal como<sup>14</sup>:

$$\text{Max } (u'y_i/v'x_i),$$

$$\text{S.a. } u'y_j/v'x_j \leq 1 \quad j=1, 2, 3, \dots, N$$

$$u, v \geq 0$$

A lo anterior se le conoce como la *formulación radial*, y uno de los problemas que presenta es que puede tener un número infinito de soluciones, para abordar este problema se impone una restricción tal como  $v'x_i = 1$ , por lo que el problema de maximización vendría dado por

<sup>14</sup> Coelli T. A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program. CEPA Working Paper. 1996 Disponible en <http://www.une.edu.au/econometrics/cepa.htm>



$$\text{Max } (\mu' y_i),$$

$$\text{S.a. } v'x_i = 1$$

$$\mu' y_j - v'x_j \leq 0 \quad j=1, 2, 3 \dots N$$

$$\mu, v \geq 0$$

A este nuevo problema de programación lineal se le conoce como la *formulación multiplicativa*.

### 2.2.2. Orientación Input con Retornos Constantes a Escala

La forma dual en la programación lineal nos permite darle la orientación input, o lo que se conoce como la *formulación envolvente*, y el problema de minimización vendría dado por:

$$\text{Min } \theta$$

$$\text{Sujeto a: } -y_i + Y\lambda \geq 0,$$

$$\theta x_i - X\lambda \geq 0,$$

$$\lambda \geq 0$$

Donde  $\theta$  es un escalar que mide la eficiencia técnica de la  $i$ -ésima DMU, y  $\lambda$  es un vector  $N \times 1$  de constantes, el valor de los puntajes de eficiencia tendrán un valor máximo de 1 ( $\theta \leq 1$ ) lo que indica que un valor de  $\theta = 1$  para cualquier DMU, la ubicaría en la frontera que representa a aquellas unidades eficientes.

Esta última formulación (envolvente) es la más utilizada, y en la mayoría de los casos, las dos primeras formulaciones no son utilizadas más que para propósitos de exposición (Coelli T. 1996).

### 2.2.3 Orientación Input con Retornos Variables a Escala

Una extensión propuesta a los modelos anteriores, citada por Coll V. y Blasco O. (sf.) fue presentado por Banker Charnes R., Charnes A., y Cooper W. (1984), en el cual se deja de lado el supuesto de Retornos Constantes a Escala (CRS) y se considera un supuesto más realista para diferentes tipos de análisis, los Retornos variables a escala (VRS), para esto a las formulaciones anteriores se le agrega una restricción de convexidad dada por  $\sum \lambda = 1$ , lo que para el caso de la orientación input, la minimización vendría dada por:

Min  $\theta$

Sujeto a:  $-y_i + Y\lambda \geq 0,$

$\theta x_i - X\lambda \geq 0,$

$\sum \lambda = 1$

$\lambda \geq 0$

Esta restricción se encarga de formar un cascaron que envuelve a los datos de manera más ajustada que en el caso de los CRS, lo que provee puntajes de eficiencia mayores o iguales al caso de modelo CRS.

#### 2.2.4 La elección del Modelo

Para propósitos de este trabajo se ha considerado un modelo con orientación input, esto debido a que permitirá conocer cuánto es el posible ahorro en término de recursos que pueden tener las diferentes unidades académicas, cabe mencionar en este punto que si bien es cierto la estimación de los puntajes será mediante la utilización de orientación input, se asumirá retornos constantes a escala debido a que no existen grandes diferencias en las escalas consideradas de las diferentes unidades académicas en la Universidad Nacional de Piura, esto genera que los resultados obtenidos, ya sea con orientación input, o con orientación output sean los mismos, la única diferencia generada por la orientación es que en el primer caso se permite determinar cuanto ahorro en término de recursos es posible tener para aquellas unidades técnicamente ineficientes, mientras que en el otro caso es posible cuanto es el nivel de output o producto potencial que pueden lograr aquellas unidades ineficientes dado sus niveles de recursos, en comparación a unidades técnicamente eficientes.

Por lo tanto, la elección del problema matemático para el siguiente trabajo vendría dado por:

Min  $\theta$

Sujeto a:  $-y_i + Y\lambda \geq 0,$

$$\theta x_i - X\lambda \geq 0,$$

$$\lambda \geq 0$$

Dónde:

$\theta$ : Es un escalar que mide la eficiencia técnica de la  $i$ -ésima DMU o facultad de la Universidad

$\lambda$ : Es un vector de constantes de dimensión  $N \times 1$ , y es la ponderación asignada a cada especialidad (DMU) en su esfuerzo por dominar a  $i$ -ésima facultad (DMU) analizada.

$y_i$ : Representa el vector  $K \times 1$  de Outputs para la  $i$ -ésima facultad (DMU) analizada

$x_i$ : Representa el vector  $M \times 1$  de Inputs para la  $i$ -ésima facultad (DMU) analizada

$Y$ : Es una matriz  $M \times N$  de las variables output

$X$ : Es una matriz  $K \times N$  de las variables input

En este punto es importante mencionar que la aplicación de un análisis de este tipo (DEA) es preferible en los casos en los que se necesita realizar un análisis comparativo entre diferentes Unidades Productivas, pues permite determinar, a diferencia de una aproximación estadística, la eficiencia global de cada Unidad, mas no un desempeño promedio, además de no necesitar una forma funcional predefinida si es que se ha hecho una correcta elección de las variables Inputs, y Outputs.

Como nos explica Güemes (2004) citando Charnes A; Cooper W; Lewin & Seiford (1994), DEA tiene las siguientes ventajas:

- *DEA no requiere la imposición de una función específica de producción que relacione las variables independientes con las variables dependientes. DEA asigna matemáticamente valores ponderados para las variables de entrada y de salida, lo que evita que un "experto" asigne los valores ponderados.*
- *DEA realiza comparaciones simultáneas de procesos con múltiples variables de entradas y salidas y produce una "eficiencia" agregada para cada institución.*

- *DEA puede calcular la cantidad de recursos que se pueden ahorrar, o la cantidad de recursos adicionales para aquellas instituciones que no son eficientes.*
- *DEA se puede utilizar para determinar la eficiencia técnica y/o económica, si la información es proporcionada.*

Sin embargo, también DEA tiene sus limitantes, entre ellas están:

- *DEA no tiene indicadores para medir error.*
- *DEA no es apropiado para probar hipótesis.*

### **2.3. Las Variables Incluidas en el Modelo:**

La elección de las variables en este tipo de estudio, se realiza en analogía a un proceso productivo, y como tal, es necesario saber que variables se deben considerar como Inputs, por ejemplo; El Recurso Humano, El Capital Financiero y La infraestructura o Ambiente Físico. Sin embargo, la elección de las variables output se complica cuando el análisis se realiza sobre entidades que brindan servicios y no productos físicos específicos, entonces, la elección de estas variables se hará en función a los fines y objetivos académicos que persiguen instituciones como La Universidad Nacional de Piura.

Otra dificultad que se presenta es conocer la manera en cómo operativizar las variables mediante índices, indicadores o instrumentos, que ayuden a ser mesurables las variables en análisis. Esto limita la calidad de las variables, es por eso que, de acuerdo a la documentación revisada y presentada en la evidencia empírica de este documento; en la medida de lo posible se ha tratado cuidadosamente la elección de las variables, por lo que a continuación se presenta aquellas que se han considerado convenientes para este tipo de análisis (dichas variables fueron presentadas previamente y de manera mas detalladas en el Primer Capitulo correspondiente al Marco Teórico):

## Variables Inputs

### Recursos Humanos

- Docencia: Horas dedicadas a la docencia por semana en las facultades (RD)
- Investigación: Número de docentes que realizaron actividades de Investigación durante el año (RI)

### Recursos financieros

- Presupuesto: Recursos Financieros con los que cuentan las Facultades por periodo (RF)

### Infraestructura y equipamiento

- Valor de los ambientes y equipamiento para la enseñanza y aprendizaje en los periodos de análisis: Tasa de depreciación de los ambientes y recursos anual (IF)

## Variables Outputs

### Capital Humano

- Proporción de egresados con respecto al flujo de ingresantes(EG)
- Proporción de titulados bajo la modalidad de tesis (TT)

### Investigación

- Número de trabajos de investigación publicados por Facultad (TP)

Cabe mencionar, sin embargo, que la elección de estas variables no las exceptúa de tener limitaciones, la más clara es que es difícil obtener con ellas una buena medida de calidad, pues al considerar solo la cantidad de uso y de producción de las variables, implícitamente se está asumiendo que la calidad de las variables es la misma para todas las Unidades de producción dentro de la Universidad, este supuesto heroico implicaría por

ejemplo que la calidad y metodología de enseñanza es la misma en todos los profesores, lo cual es dudosamente posible.

Una aclaración adicional con respecto a la variable "Valor de los ambientes y equipamiento para la enseñanza y aprendizaje (IF)", es que se ha creído conveniente considerar la tasa de utilización de dichos ambientes es decir la anualidad o depreciación de dichos ambientes y equipos, pues sería el reflejo de una variable de flujo que represente el desgaste que se realiza por cada periodo de análisis.

#### **2.4. Análisis Y Procesamiento De La Información:**

El procesamiento de los datos se llevará a cabo mediante el uso del programa computacional DEAP 2.1, el cual nos permite hallar los puntajes de eficiencia técnica, en base al problema de programación lineal que se le formule, haciendo uso de la metodología DEA, además de permitirnos plantearle diferentes opciones según la conveniencia, es decir, se pueden obtener resultados de acuerdo a los diferentes tipos de orientación y al tipo de retornos que se espera obtener. La elección de dicho Software se debió al fácil acceso y bajo costo del mismo, además por ser un programa de uso sencillo y manejable.

### Capítulo 3: Desarrollo de los Procedimientos

#### 3.1.- Análisis de la Evolución Reciente 2008-2009 de los Puntajes de Eficiencia Técnica en las Facultades de la Universidad Nacional de Piura.

La estimación de los puntajes de eficiencia realizada a través del software DEAP 2.1 asumiendo retornos constantes a escala (CRS) y con orientación Input se presentan a continuación en el Cuadro 3.1.

**Cuadro 3.1 Puntajes de Eficiencia Técnica de Las Facultades de la Universidad Nacional de Piura años: 2008-2009**

Facultad 2008	Eficiencia Técnica	Facultad 2009	Eficiencia Técnica	Variación Porcent
CIENCIAS ADMINISTRATIVAS 2008	0,817	CIENCIAS ADMINISTRATIVAS 2009	1	22
AGRONOMIA 2008	1	AGRONOMIA 2009	1	0
CIENCIAS CONTABLES Y FINANCIERAS 2008	0,783	CIENCIAS CONTABLES Y FINANCIERAS 2009	0,735	-6
ECONOMÍA 2008	0,832	ECONOMÍA 2009	1	20
INGENIERÍA INDUSTRIAL 2008	0,968	INGENIERÍA INDUSTRIAL 2009	0,752	-22
INGENIERIA DE MINAS 2008	0,38	INGENIERIA DE MINAS 2009	0,665	75
INGENIERIA PESQUERA 2008	0,408	INGENIERIA PESQUERA 2009	1	145
ZOOTECNIA 2008	1	ZOOTECNIA 2009	1	0
MEDICINA HUMANA 2008	1	MEDICINA HUMANA 2009	1	0
CIENCIAS SOCIALES Y EDUCACION 2008	1	CIENCIAS SOCIALES Y Educación 2009	0,604	-39
DERECHO Y CIENCIAS POLÍTICAS 2008	1	DERECHO Y CIENCIAS POLÍTICAS 2009	0,488	-51
CIENCIAS 2008	0,707	CIENCIAS 2009	1	41
INGENIERIA CIVIL 2008	0,868	INGENIERIA CIVIL 2009	1	15
ARQUITECTURA Y URBANISMO 2008	1	ARQUITECTURA Y URBANISMO 2009	0,79	-21
PROMEDIO	0,84	PROMEDIO	0,86	

Elaboración propia en base a resultados arrojados por DEAP 2.1

El cuadro muestra los puntajes de eficiencia de cada Facultad en los años 2008 y 2009. Durante el primer año, 5 de las 14 unidades académicas se encontraban dentro de la frontera de producción eficiente, por lo que lograron alcanzar un puntaje de 100% de eficiencia relativa, dichas unidades académicas fueron la Facultad de Agronomía, Zootecnia, Medicina Humana, Ciencias Sociales y Educación, Derecho y Ciencias Políticas, y Arquitectura y Urbanismo. Asimismo de acuerdo a los datos, en ese mismo año aquellas Facultades que se encontraban mas rezagadas de acuerdo



a la gestión de sus recursos y sus resultados académicos fueron las Facultades de Ingeniería de Minas e Ingeniería Pesquera con puntajes de eficiencia de 0,38 y 0,408 respectivamente. El resto de Facultades también tuvieron puntajes relativamente ineficientes; de ellas, las Facultades de Ingeniería Industrial e Ingeniería Civil se encontraron por encima del Promedio, con puntajes de 0,968 y 0,868 respectivamente; mientras que las Facultades de Administración (0,817), Contabilidad (0,783), Economía (0,832), y Ciencias (0,707) se encontraron por debajo del promedio.

Para el caso del segundo año, en el 2009, 8 de las 14 unidades académicas son relativamente eficientes, 3 de las cuales también lo fueron durante el año 2008, es decir se mantienen dentro de la frontera de producción eficiente, dichas unidades académicas fueron la Facultad de Agronomía, Zootecnia y Medicina Humana, por lo que no hay ninguna variación porcentual en sus puntajes de eficiencia. Por su parte aquellas Facultades que lograron alcanzar en el 2009 la frontera eficiente luego de haber sido relativamente ineficientes durante el año 2008, fueron las siguientes: Administración con una variación porcentual de 22,4% en su puntaje de eficiencia; Economía con una variación porcentual de 20,19% en su puntaje de eficiencia; Ingeniería Pesquera, que muestran un sorprendente incremento en su puntaje de 145,10%, pasando de ser una de las mas ineficientes durante el año 2008 a ubicarse dentro de la frontera de eficiencia durante el año 2009; Ciencias con un incremento en su puntaje de eficiencia de 41,44%; e Ingeniería Civil con una mejora de 15,21% en su puntaje de eficiencia. En este punto cabe mencionar que si bien la Facultad de Ingeniería de Minas no logra alcanzar la frontera eficiente si logra una mejora en su puntaje de eficiencia técnica de 75% alcanzando una puntuación de 0,665. Finalmente aquellas unidades que enfrentaron una caída en su desempeño fueron las Facultades de: Contabilidad con una desmejora de 6,13% en su puntaje de eficiencia; Ingeniería Industrial con una caída de 22,31%; Ciencias Sociales y Educación con una desmejora en su puntaje de 39,60%; Derecho y Ciencias Políticas cuya caída fue la más alta entre el resto de las Facultades con una desmejora de 51,20%; y por ultimo la Facultad de Arquitectura y Urbanismo con una desmejora de 21,00%.

Visto lo anterior, se puede determinar si es que los puntajes de eficiencia de las diferentes facultades a través de los dos años de análisis se distribuyen normalmente,

para tal finalidad, se puede hacer uso del test del estadístico Jarque –Bera, cuya formula viene dada por:

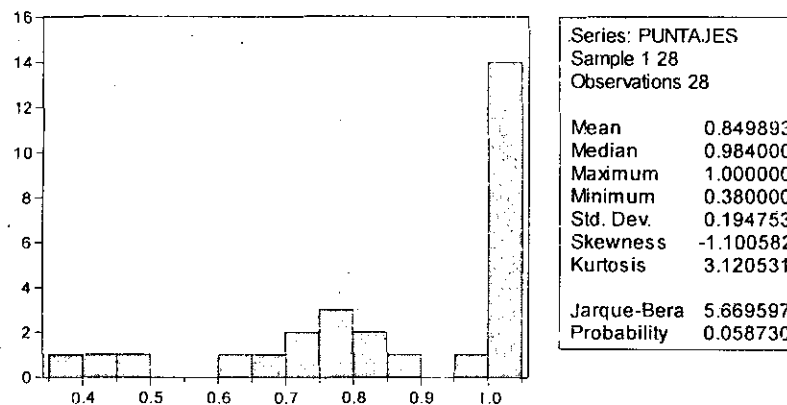
$$JB = \frac{(N-k)}{6} (Sk^2 + \frac{1}{4} (Ku - 3)^2)$$

Y cuya regla de decisión esta dada por:

$$JB < 5,99 = \chi^2 (0,95; 2)$$

De acuerdo a Castro Juan (2003), la prueba de normalidad de Jarque-Bera se basa en el estadístico JB que se distribuye Chi Cuadrado con 2 grados de Libertad, donde k indica el número de coeficientes utilizados para generar la serie analizada. Así mismo esta prueba de normalidad se basa en dos estadísticos; el coeficiente de asimetría (Sk) y el coeficiente de curtosis (Ku). En ese sentido se puede hacer uso del paquete econométrico E-Views 6, para realizar este tipo de Test de manera automático y cuyos resultados se presentan en el siguiente Gráfico:

**Gráfico 3.1 Test de Normalidad Jarque-Bera para los Puntajes de Eficiencia de las Facultades de la Universidad Nacional de Piura.**



Resultados arrojados en paquete econométrico E-Views6

El Gráfico 3.1, muestra que el estadístico calculado es 5,669<5,99, por lo cual se acepta la Hipótesis Nula que los puntajes se aproximan a una Distribución Normal, reflejo de la Homogeneidad de las Unidades Académicas, en razón a su gestión equilibrada de Recursos.

### 3.2.- Análisis de la Relación entre la Dotación de Recursos y los Resultados en el Desempeño de las Unidades Académicas

A continuación se presentan los resultados del desempeño de las Unidades Académicas relacionándolos con cada uno de los recursos o factores de producción que han sido considerados en el presente trabajo, de esta manera se podrá hacer uso de un análisis mediante Cuartiles y determinar cuales de los factores están influyendo en aquellas facultades con puntajes de eficiencia más altos y cuales están siendo indiferentes.

#### a) Infraestructura y Utilización de las Instalaciones.

En el caso del Primer Factor considerado, es decir la Utilización de Instalaciones, se ha optado por separar las facultades en dos partes según el año, esto debido a que las tasas de utilización no cambian considerablemente de un año a otro.

**Cuadro 3.2 Utilización de Instalaciones y Puntajes de Eficiencia de las Facultades de la Universidad Nacional de Piura año 2008.**

Facultades	Puntaje	Utilización de Instalaciones
CIENCIAS 2008	0.707	139127.134
ECONOMÍA 2008	0.832	105259.092
AGRONOMIA 2008	1	87374.440
INGENIERIA PESQUERA 2008	0.408	71261.966
DERECHO Y CIENCIAS POLÍTICAS 2008	1	70958.258
INGENIERIA CIVIL 2008	0.868	62807.707
INGENIERIA DE MINAS 2008	0.38	59532.048
CIENCIAS ADMINISTRATIVAS 2008	0.817	58093.880
CIENCIAS CONTABLES Y FINANCIERAS 2008	0.783	51798.520
INGENIERIA INDUSTRIAL 2008	0.968	43769.192
MEDICINA HUMANA 2008	1	41501.222
CIENCIAS SOCIALES Y EDUCACION 2008	1	28902.860
ARQUITECTURA Y URBANISMO 2008	1	17349.330
ZOOTECNIA 2008	1	12975.704

Elaboración propia

Este cuadro muestra de mayor a menor los Niveles de Utilización de las Instalaciones de las Facultades en el año 2008. Se observa que para ese año las Facultades con

mayores niveles de Utilización de sus Instalaciones no necesariamente son aquellas que tienen puntajes de eficiencia más altos, pues como muestra el cuadro los dos últimos cuartiles son los que agrupan a la mayoría de las Facultades técnicamente eficientes ese año: Medicina Humana, Ciencias Sociales y Educación, Arquitectura y Urbanismo, y Zootecnia.

Por su parte como se muestra a continuación, la historia es distinta en el caso del año siguiente, en el que los resultados cambian en favor de aquellas Unidades Académicas con Niveles más altos de Utilización de sus instalaciones.

**Cuadro 3.3 Utilización de Instalaciones y Puntajes de Eficiencia de las Facultades de la Universidad Nacional de Piura año 2009.**

Facultades	Puntaje	Utilización de Instalaciones
CIENCIAS 2009	1	139127.134
ECONOMÍA 2009	1	105259.092
AGRONOMIA 2009	1	87374.440
INGENIERIA PESQUERA 2009	1	71261.966
DERECHO Y CIENCIAS POLÍTICAS 2009	0.488	70958.258
INGENIERIA CIVIL 2009	1	62807.707
INGENIERIA DE MINAS 2009	0.665	59532.048
CIENCIAS ADMINISTRATIVAS 2009	1	58093.880
CIENCIAS CONTABLES Y FINANCIERAS 2009	0.735	51798.520
INGENIERIA INDUSTRIAL 2009	0.752	43769.192
MEDICINA HUMANA 2009	1	41501.222
CIENCIAS SOCIALES Y Educación 2009	0.604	28902.860
ARQUITECTURA Y URBANISMO 2009	0.79	17349.330
ZOOTECNIA 2009	1	12975.704

Elaboración propia

En el cuadro anterior nuevamente figuran los niveles de Utilización de las Instalaciones para el año 2009 en orden descendente, y como se puede observar los dos primeros cuartiles contienen cinco de las ocho facultades con puntajes de eficiencia de 1, es decir aquellos que se encuentran en la frontera de producción eficiente. Tres de los cuales, Ciencias, Economía y Agronomía, se encuentran en el primer cuartil, mientras que los otros dos, Ingeniería Pesquera e Ingeniería Civil, se encuentran en el segundo Cuartil.

El resultado anterior dice mucho acerca de la importancia que tienen las instalaciones en el desempeño de las Facultades, al menos en el caso del año 2009, pues como se observa gran parte de los puntajes eficientes lo ostentan aquellas facultades con una mayor datación de este tipo de recurso. Mientras que por su parte en los dos cuartiles mas bajos, se encuentran las cinco Facultades con puntajes de Eficiencia más Bajos.

#### **b) Recursos Financieros**

En este caso, el análisis se realiza conjuntamente, considerando todas las facultades en los dos periodos, así cada uno de los cuatro cuartiles consideraran 7 facultades según el orden descendente en la dotación de este tipo de recurso. El cuadro 3.4 muestra detalladamente el ordenamiento de los puntajes según los Recursos Financieros.

**Cuadro 3.4 Recursos Financieros y Puntajes de Eficiencia de las Facultades de la Universidad Nacional de Piura años 2008-2009.**

Facultades	Puntaje	Recursos Financieros
MEDICINA HUMANA 2009	1	561806.030
CIENCIAS SOCIALES Y EDUCACION 2008	1	466009.080
INGENIERIA INDUSTRIAL 2008	0.968	345313.920
CIENCIAS SOCIALES Y Educación 2009	0.604	342053.050
INGENIERIA DE MINAS 2009	0.665	341763.048
INGENIERIA INDUSTRIAL 2009	0.752	336539.840
CIENCIAS 2008	0.707	319712.000
INGENIERIA DE MINAS 2008	0.38	312992.350
MEDICINA HUMANA 2008	1	262672.180
ECONOMÍA 2008	0.832	210657.830
DERECHO Y CIENCIAS POLÍTICAS 2008	1	197118.560
CIENCIAS 2009	1	189545.440
CIENCIAS ADMINISTRATIVAS 2009	1	170062.730
AGRONOMIA 2009	1	162205.930
CIENCIAS ADMINISTRATIVAS 2008	0.817	155827.840
DERECHO Y CIENCIAS POLÍTICAS 2009	0.488	155276.470
AGRONOMIA 2008	1	152321.390
ECONOMÍA 2009	1	132429.630
CIENCIAS CONTABLES Y FINANCIERAS 2009	0.735	130931.140
CIENCIAS CONTABLES Y FINANCIERAS 2008	0.783	126885.120

INGENIERIA PESQUERA 2008	0.408	96346.040
INGENIERIA PESQUERA 2009	1	96263.410
INGENIERIA CIVIL 2009	1	84878.840
ZOOTECNIA 2009	1	80060.160
INGENIERIA CIVIL 2008	0.868	74476.610
ZOOTECNIA 2008	1	70488.990
ARQUITECTURA Y URBANISMO 2009	0.79	66556.570
ARQUITECTURA Y URBANISMO 2008	1	65028.280

Elaboración propia

El cuadro anterior permite apreciar el hecho de que aquellas unidades académicas con mayores Recursos Financieros no necesariamente están siendo aquellas con mayores puntajes de eficiencia, pues como se muestra son en el segundo y el cuarto cuartil donde se concentran la mayoría de unidades técnicamente eficientes; cinco Facultades en cada una, y de las restantes cuatro, dos se ubican en el primer cuartil y dos en el tercer cuartil. Esta conclusión es válida a pesar de que las dos Facultades con Recursos Financieros más altos: la Facultad de Medicina Humana 2009 y la Facultad de Ciencias Sociales y Educación 2008, ambas cuentan con puntajes de eficiencia técnica de 1.

### c) Recursos Humanos: Docencia

Este tipo de factor es medido mediante la cantidad de horas dictadas por semana en las Facultades, si bien es cierto, esta variable al no ser una buena medida de calidad, es una proxy muy austera de lo que se intenta medir, es decir el recurso humano encargado de la formación académica de los estudiantes; sin embargo es útil a un nivel comparativo, pues cuantitativamente mide un total de horas de clase diferenciado por cada Facultad, en ese sentido se puede mostrar a continuación el cuadro 3.5 en el que se realiza nuevamente un ordenamiento de las Facultades por cantidad de recurso humano y se delimitan por cuartiles para determinar si es que efectivamente el mayor uso de este recurso humano está siendo importante en la aproximación de los puntajes hacia la frontera de producción eficiente.

**Cuadro 3.5 Recursos Humanos y Puntajes de Eficiencia de las Facultades de la Universidad Nacional de Piura años 2008-2009.**

Facultad	Puntaje	Horas de Docencia a la Semana
CIENCIAS 2008	0.707	1395
CIENCIAS 2009	1	1360
MEDICINA HUMANA 2008	1	1044
CIENCIAS SOCIALES Y EDUCACION 2008	1	1035
MEDICINA HUMANA 2009	1	1024
CIENCIAS SOCIALES Y Educación 2009	0.604	986
INGENIERIA DE MINAS 2008	0.38	901
INGENIERIA DE MINAS 2009	0.665	878
INGENIERIA INDUSTRIAL 2008	0.968	816
INGENIERIA INDUSTRIAL 2009	0.752	796
AGRONOMIA 2008	1	511
AGRONOMIA 2009	1	511
ECONOMÍA 2008	0.832	430
ECONOMÍA 2009	1	418
DERECHO Y CIENCIAS POLÍTICAS 2008	1	382
DERECHO Y CIENCIAS POLÍTICAS 2009	0.488	364
CIENCIAS CONTABLES Y FINANCIERAS 2008	0.783	351
CIENCIAS CONTABLES Y FINANCIERAS 2009	0.735	349
ZOOTECNIA 2008	1	335
ZOOTECNIA 2009	1	333
INGENIERIA PESQUERA 2008	0.408	293
CIENCIAS ADMINISTRATIVAS 2008	0.817	291
INGENIERIA PESQUERA 2009	1	288
CIENCIAS ADMINISTRATIVAS 2009	1	281
ARQUITECTURA Y URBANISMO 2008	1	234
ARQUITECTURA Y URBANISMO 2009	0.79	219
INGENIERIA CIVIL 2008	0.868	155
INGENIERIA CIVIL 2009	1	155

Elaboración propia

El cuadro anterior muestra que las facultades cuyos puntajes son iguales a uno están distribuidas uniformemente a través de los cuatro cuartiles, cuatro de ellas se encuentran en el primer cuartil, al igual que en el último cuartil, mientras que tres de dichas Facultades se encuentran en el segundo y el tercer cuartil. Se puede decir con esto que las horas de docencia no están siendo un factor primordial en el desempeño

de aquellas Facultades técnicamente eficientes. Esto se demuestra pues los puntajes técnicamente eficientes no se han acumulado en su mayoría dentro de los dos primeros cuartiles.

#### d) Investigación

**Cuadro 3.6 Investigación y Puntajes de Eficiencia de las Facultades de la Universidad Nacional de Piura años 2008-2009.**

Facultad	Puntaje	Numero de Profesores-Investigadores
CIENCIAS 2009	1	66
CIENCIAS 2008	0.707	34
INGENIERIA INDUSTRIAL 2009	0.752	31
AGRONOMIA 2009	1	25
INGENIERIA INDUSTRIAL 2008	0.968	23
AGRONOMIA 2008	1	18
ECONOMÍA 2009	1	18
CIENCIAS SOCIALES Y EDUCACION 2008	1	17
ECONOMÍA 2008	0.832	13
INGENIERIA PESQUERA 2009	1	13
DERECHO Y CIENCIAS POLÍTICAS 2008	1	9
CIENCIAS SOCIALES Y Educación 2009	0.604	9
CIENCIAS CONTABLES Y FINANCIERAS 2009	0.735	7
ZOOTECNIA 2009	1	7
CIENCIAS ADMINISTRATIVAS 2008	0.817	5
CIENCIAS CONTABLES Y FINANCIERAS 2008	0.783	5
INGENIERIA PESQUERA 2008	0.408	4
INGENIERIA CIVIL 2009	1	4
ARQUITECTURA Y URBANISMO 2009	0.79	4
DERECHO Y CIENCIAS POLÍTICAS 2009	0.488	3
ARQUITECTURA Y URBANISMO 2008	1	2
CIENCIAS ADMINISTRATIVAS 2009	1	2
INGENIERIA DE MINAS 2008	0.38	1
ZOOTECNIA 2008	1	1
MEDICINA HUMANA 2008	1	1
INGENIERIA CIVIL 2008	0.868	1
INGENIERIA DE MINAS 2009	0.665	1
MEDICINA HUMANA 2009	1	1

Elaboración propia



En el caso del Recurso: Número de Investigadores, si bien es cierto, la mayoría de los puntajes técnicamente eficientes se encuentran en los dos primeros cuartiles, no se puede concluir tajantemente que este es un factor primordial en la consecución de la eficiencia técnica, pues a pesar de que ocho de los puntajes con valoración de uno, se encuentran en la parte inferior del cuadro 3.6, la otra gran parte, es decir 6 Facultades con puntaje de uno, se encuentran en los dos cuartiles más bajos, principalmente en el cuarto cuartil. Este hecho no permite falsear de manera segura, si es que el Número de Investigadores es un Factor influyente y primordial en la mejora de los niveles de eficiencia.

### 3.3.- Determinación de los Niveles de Ahorro en Término de Recursos de Aquellas Unidades Relativamente Ineficientes.

Hasta este punto del documento se ha mostrado los resultados en el desempeño de cada una de las Facultades durante los dos años de análisis, esto permite contar con un total de 28 DMU, de este Universo, 14 resultaron ser técnicamente eficientes y las otras 14 obtuvieron puntajes ineficientes en términos relativos. En base a estos resultados es posible determinar cuales son los niveles óptimos en uso de recursos por aquellas Facultades que resultaron ser ineficientes en función al desempeño de una unidad académica técnicamente eficiente.

**Cuadro 3.7 Resultados Unidad Académica: Ciencias Administrativas 2008**

Results for:		CIENCIAS ADMINISTRATIVAS 2008			
Technical efficiency	=	0.817			
PROJECTION SUMMARY					
Variable		Valor Original	Movimiento Radial	Movimiento De Holgura	Valor Proyectado
Output	EG	60.645	0	0	60.645
Output	TT	3.788	0	0	3.788
Output	TP	12	0	0	12
Input	RD	291	-53.119	0	237.881
Input	RI	5	-0.913	0	4.087
Input	RF	155827.84	-28444.69	-4366.501	123016.649
Input	IF	58093.83	-10604.41	0	47489.47

Elaboración propia en base a resultados arrojados por DEAP 2.1

Debido a que el análisis que se realiza es tipo Input, los resultados en los movimientos radiales se observaran en cada uno de los factores o recursos que utilizan las unidades técnicamente ineficientes. Además se debe tomar un aspecto adicional, y es el hecho de que algunas de las unidades que en los datos se recopilaron como datos discretos, posiblemente arrojen niveles óptimos en términos continuos, en ese sentido el análisis de ahorro en términos de recursos se realizará bajo el supuesto de que las Inputs son medibles en términos discretos.

La Primera Unidad en analizar es la Facultad de Ciencias Administrativas en el año 2008, en este caso, la unidad cuenta con un puntaje de eficiencia de 0,817, y los valores proyectados para los niveles óptimos de uso de recursos son:

- RD: 237,88 en el caso de las Horas Dictadas por Semana, lo que implica un movimiento radial o ahorro de recurso de 53,119 horas.
- RI: 4,087 en el caso del Numero de Profesores que realizan trabajos de Investigación, esto implica una reducción o ahorro de recurso de 0,913, es decir aproximadamente 1 Investigador menos, manteniendo los mismos niveles de Output.
- RF: S/.123 016,649 en el caso de los Recursos Financieros es posible llevar a cabo un ahorro de recursos de aproximadamente S/. 28 444,69 para ubicarse en la frontera eficiente, sin embargo aun así a esta unidad le es posible seguir reduciendo el uso de recursos, pues tiene una holgura en este factor de S/.4 366,501, es decir puede tener dos tipos de movimientos: uno hacia la frontera eficiente, y dentro de la misma un movimiento hacia un punto de menor uso de recursos.

- IF: S/.47 489,47 en el caso de la Utilización de las instalaciones, esto puede ser posible mediante el ahorro de S/.10 604,41, es decir es posible una mejor utilización de las instalaciones pues a esos niveles de depreciación, se pueden obtener mayores niveles de outputs.

Finalmente los pares comparativamente eficientes para esta Unidad Académica son: Arquitectura y Urbanismo (2008), Zootecnia (2009), Ingeniería Civil (2009), Ciencias Administrativas (2009) y Derecho (2008).

**Cuadro 3.7 Resultados Unidad Académica: Ciencias Contables y Financieras**  
**2008**

Results for firm:		CIENCIAS CONTABLES Y FINANCIERAS 2008			
Technical efficiency	=	0.783			
PROJECTION SUMMARY					
Variable		Valor Original	Movimiento Radial	Movimiento De Holgura	Valor Proyectado
Output	EG	87.77	0	0	87.77
Output	TT	12.121	0	0	12.121
Output	TP	10	0	0	10
Input	RD	351	-76.304	-30.913	243.783
Input	RI	5	-1.087	0	3.913
Input	RF	126885.12	-27583.724	0	99301.396
Input	IF	51798.52	-11260.549	-9057.289	31480.683

Elaboración propia en base a resultados arrojados por DEAP 2.1

La Segunda Unidad en analizar es la Facultad de Ciencias Contables y Financieras en el año 2008. Dicha unidad cuenta con un puntaje de eficiencia de 0,783, y los valores proyectados para los niveles óptimos de uso de recursos son:

- RD: 243,783 en el caso de las Horas Dictadas por Semana, lo que implica un movimiento radial o ahorro de recurso de 76,304 horas para alcanzar la frontera eficiente, sin embargo aun así a esta unidad le es posible seguir

reduciendo el uso de recursos, pues tiene una holgura en este factor de 30,913.

- RI: 3,913 en el caso del Numero de Profesores que realizan trabajos de Investigación, esto implica una reducción o ahorro de recurso de 1,087, es decir aproximadamente 1 Investigador menos, manteniendo niveles de Output constantes.
- RF: S/.99 301,649 en el caso de los Recursos Financieros es posible llevar a cabo un ahorro de recursos de aproximadamente S/. 27 583,724 para ubicarse en la frontera eficiente.
- IF: S/.31 480,683 en el caso de la Utilización de las Instalaciones, esto puede ser posible mediante el ahorro de S/.11 260,549, además de una reducción en el uso de recursos por una holgura en este factor de S/.9057,289. Es decir es posible una mejor utilización de las instalaciones pues a esos niveles de depreciación, se pueden obtener mayores niveles de outputs.

Finalmente los pares comparativamente eficientes para esta Unidad Académica son: Ciencias Administrativas (2009), Zootecnia (2009), Derecho (2008), y Arquitectura (2008).

**Cuadro 3.8 Resultados Unidad Académica: Economía 2008**

Results for firm:	ECONOMÍA 2008				
Technical efficiency	=	0.832			
PROJECTION SUMMARY					
Variable		Valor Original	Movimiento Radial	Movimiento De Holgura	Valor Proyectado
Output	EG	140.964	0	0	140.964
Output	TT	9.639	0	7.782	17.421
Output	TP	18	0	0	18
Input	RD	430	-72.413	0	357.587
Input	RI	13	-2.189	0	10.811
Input	RF	210657.83	-35475.124	-32811.503	142371.203
Input	IF	105259.092	-17725.804	-1852.618	85680.671

Elaboración propia en base a resultados arrojados por DEAP 2.1

La Tercera Unidad en analizar es la Facultad de Economía en el año 2008. Esta facultad cuenta con un puntaje de eficiencia de 0,832, y los valores proyectados para los niveles óptimos de uso de recursos son:

- RD: 357,587 en el caso de las Horas Dictadas por Semana, lo que implica un movimiento radial o ahorro de recurso de 72,413 horas para alcanzar la frontera eficiente.
- RI: 10,811 en el caso del Numero de Profesores que realizan trabajos de Investigación; esto implica una reducción o ahorro de recurso de 2,189, es decir aproximadamente 2 Investigadores menos, manteniendo niveles de Output constantes.
- RF: S/.142 371,203 en el caso de los Recursos Financieros es posible llevar a cabo un ahorro de recursos de aproximadamente S/. 35 475,124 para ubicarse en la frontera eficiente, sin embargo aun así a esta unidad le

es posible seguir reduciendo el uso de recursos, pues tiene una holgura en este factor de S/.32 811,053.

- IF: S/.85 680,671 en el caso de la Utilización de las Instalaciones, esto puede ser posible mediante el ahorro de S/.17 725,804, además de una reducción en el uso de recursos por una holgura en este factor de S/.1852,618. Es decir es posible una mejor utilización de las instalaciones pues a esos niveles de depreciación, se pueden obtener mayores niveles de outputs.

Finalmente los pares comparativamente eficientes para esta Unidad Académica son:

Ingeniería Civil (2009), Arquitectura y Urbanismo (2008), y Agronomía (2009).

**Cuadro 3.9 Resultados Unidad Académica: Ingeniería Industrial 2008**

Results for firm:		INGENIERIA INDUSTRIAL 2008			
Technical efficiency		=	0.968		
PROJECTION SUMMARY					
Variable		Valor Original	Movimiento Radial	Movimiento De Holgura	Valor Proyectado
Output	EG	35.6	0	0	35.6
Output	TT	8.547	0	1.338	9.885
Output	TP	40	0	0	40
Input	RD	816	-26.266	0	789.734
Input	RI	23	-0.74	-0.686	21.573
Input	RF	345313.92	-11115.293	-63378.57	270820.057
Input	IF	43769.192	-1408.884	0	42360.308

Elaboración propia en base a resultados arrojados por DEAP 2.1

La Cuarta Unidad en analizar es la Facultad de Ingeniería Industrial en el año 2008.

Esta facultad ostenta un puntaje de eficiencia de 0,968, y los valores proyectados para los niveles óptimos de uso de recursos son:

- RD: 789,734 en el caso de las Horas Dictadas por Semana, lo que implica un movimiento radial o ahorro de recurso de 26,266, horas para alcanzar la frontera eficiente.
- RI: 21,573 en el caso del Numero de Profesores que realizan trabajos de Investigación, esto implica una reducción o ahorro de recurso de 0,74, más una reducción por holgura de 0,686, es decir en total aproximadamente 1.5 Investigadores menos, manteniendo niveles de Output constantes.
- RF: S/.270 820,057 en el caso de los Recursos Financieros es posible llevar a cabo un ahorro de recursos de aproximadamente S/. 11 115,293 para ubicarse en la frontera eficiente, sin embargo aun así a esta unidad le es posible seguir reduciendo el uso de recursos, pues tiene una holgura en este factor de S/.63 378,57.
- IF: S/.42 360,308 en el caso de la Utilización de las Instalaciones, esto puede ser posible mediante el ahorro de S/.1 408,884. Es decir es posible una mejor utilización de las instalaciones pues a esos niveles de depreciación, se pueden obtener mayores niveles de outputs.

Finalmente los pares comparativamente eficientes para esta Unidad Académica son: Ciencias (2009), Arquitectura y Urbanismo (2008), y Ciencias Sociales y Educación (2008).

**Cuadro 3.10 Resultados Unidad Académica: Ingeniería de Minas 2008**

Results for firm:	INGENIERIA DE MINAS 2008				
Technical efficiency	=	0.38			
PROJECTION SUMMARY					
Variable		Valor Original	Movimiento Radial	Movimiento De Holgura	Valor Proyectado
Output	EG	16.599	0	0	16.599
Output	TT	7.143	0	0.764	7.907
Output	TP	2	0	0	2
Input	RD	901	-558.557	-227.105	115.338
Input	RI	1	-0.62	0	0.38
Input	RF	312992.35	194033.308	-53216.782	65742.259
Input	IF	59532.048	-36905.695	-10713.369	11912.984

Elaboración propia en base a resultados arrojados por DEAP 2.1

La Quinta Unidad en analizar es la Facultad de Ingeniería Industrial en el año 2008.

Esta facultad ostenta un puntaje de eficiencia de 0,38, y los valores proyectados para los niveles óptimos de uso de recursos son:

- RD: 115,338 en el caso de las Horas Dictadas por Semana, lo que implica un movimiento radial o ahorro de recurso de 558,266, además de una reducción por holgura de 227,105 para lograr un puntaje técnicamente eficiente.
- RI: 0,38 en el caso del Numero de Profesores que realizan trabajos de Investigación; esto implica una reducción o ahorro de recurso de 0,62, manteniendo niveles de Output constantes.
- RF: S/. 65 742,259 en el caso de los Recursos Financieros es posible llevar a cabo un ahorro de recursos de aproximadamente S/. 194 033,308 para ubicarse en la frontera eficiente, sin embargo aun así a esta unidad le es



posible seguir reduciendo el uso de recursos, pues tiene una holgura en este factor de S/.53 216,782.

- IF: S/.11 912,984 en el caso de la Utilización de las Instalaciones, esto puede ser posible mediante el ahorro de S/.36 905,695, además de una reducción por una holgura de S/.10 713,369. Es decir es posible una mejor utilización de las instalaciones pues a esos niveles de depreciación, se pueden obtener mayores niveles de outputs.

Finalmente los pares comparativamente eficientes para esta Unidad Académica son: Ciencias Administrativas (2009), y Medicina Humana (2009).

**Cuadro 3.11 Resultados Unidad Académica: Ingeniería Pesquera 2008**

Results for firm: :		INGENIERIA PESQUERA 2008			
Technical efficiency	=	0.408			
PROJECTION SUMMARY					
Variable		Valor Original	Movimiento Radial	Movimiento De Holgura	Valor Proyectado
Output	EG	29.6	0	0	29.6
Output	TT	10.811	0	0	10.811
Output	TP	4	0	0	4
Input	RD	293	-173.6	-17.419	101.981
Input	RI	4	-2.37	0	1.63
Input	RF	96346.04	-57084.266	0	39261.774
Input	IF	71261.966	-42222.151	-17489.326	11550.489

Elaboración propia en base a resultados arrojados por DEAP 2.1

La Sexta Unidad en analizar es la Facultad de Ingeniería Pesquera en el año 2008. Esta facultad ostenta un puntaje de eficiencia de 0,408, y los valores proyectados para los niveles óptimos de uso de recursos son:

- RD: 101,981 en el caso de las Horas Dictadas por Semana, lo que implica un movimiento radial o ahorro de recurso de 173,6, además de una

reducción por holgura de 17,419 para lograr un puntaje técnicamente eficiente.

- RI: 1,63 en el caso del Numero de Profesores que realizan trabajos de Investigación, esto implica una reducción o ahorro de recurso de 2,37, es decir poco mas de 2 investigadores menos a ese nivel de Outputs.
- RF: S/.39 261,774 en el caso de los Recursos Financieros es posible llevar a cabo un ahorro de recursos de aproximadamente S/. 57 084,266 para ubicarse en la frontera eficiente.
- IF: S/.11 550,489 en el caso de la Utilización de las Instalaciones, esto puede ser posible mediante el ahorro de S/.42 222,151, además de una reducción por una holgura de S/.17 489,326.

Finalmente los pares comparativamente eficientes para esta Unidad Académica son: Ciencias Administrativas (2009), Zootecnia (2009), Derecho (2008), y Arquitectura (2008).

**Cuadro 3.12 Resultados Unidad Académica: Ciencias 2008**

Results for firm:	CIENCIAS 2008				
Technical efficiency	=	0.707			
PROJECTION SUMMARY					
Variable		Valor Original	Movimiento Radial	Movimiento De Holgura	Valor Proyectado
Output	EG	80.62	0	0	80.62
Output	TI	35.088	0	0	35.088
Output	TP	42	0	0	42
Input	RD	1395	-408.799	-276.787	709.413
Input	RI	34	-9.964	0	24.036
Input	RF	319712	-93690.382	0	226021.618
Input	IF	139127.134	-40770.676	0	98356.458

Elaboración propia en base a resultados arrojados por DEAP 2.1

La Séptima Unidad en analizar es la Facultad de Ciencias en el año 2008. En este caso, la unidad tiene un puntaje de eficiencia de 0,707, y los valores proyectados para los niveles óptimos de uso de recursos son:

- RD: 709,413 en el caso de las Horas Dictadas por Semana, lo que implica un movimiento radial o ahorro de recurso de 408,799, además de una reducción por holgura de 276,787 para lograr un puntaje técnicamente eficiente.
- RI: 24,036 en el caso del Número de Profesores que realizan trabajos de Investigación, esto implica una reducción o ahorro de recurso de 9,964, es decir aproximadamente 10 investigadores menos adecuados a ese nivel de Outputs.
- RF: S/.226 021,618 en el caso de los Recursos Financieros es posible llevar a cabo un ahorro de recursos de aproximadamente S/. 93 690,382 para ubicarse en la frontera eficiente.
- IF: S/.98 356,458 en el caso de la Utilización de las Instalaciones, esto puede ser posible mediante el ahorro de S/.40 770,676 de dicho recurso.

Finalmente los pares comparativamente eficientes para esta Unidad Académica son: Arquitectura y Urbanismo (2008), Agronomía (2008), Ciencias (2009), Zootecnia (2009), y Derecho y Ciencias Políticas (2008).

**Cuadro 3.13 Resultados Unidad Académica: Ingeniería Civil 2008**

Results for firm:	INGENIERIA CIVIL 2008				
Technical efficiency	=	0.868			
PROJECTION SUMMARY					
Variable		Valor Original	Movimiento Radial	Movimiento De Holgura	Valor Proyectado
Output	EG	74.074	0	0	74.074
Output	TT	9.524	0	0	9.524
Output	TP	2	0	0	2
Input	RD	155	-20.472	0	134.528
Input	RI	1	-0.132	0	0.868
Input	RF	74476.61	-9836.714	-25481.95	39157.946
Input	IF	62807.707	-8295.51	-44937.581	9574.616

Elaboración propia en base a resultados arrojados por DEAP 2.1

La Octava Unidad en analizar es la Facultad de Ingeniería Civil en el año 2008. En este caso, la unidad tiene un puntaje de eficiencia de 0,868, y los valores proyectados para los niveles óptimos de uso de recursos son:

- RD: 134,528 en el caso de las Horas Dictadas por Semana, lo que implica un movimiento radial o ahorro de recurso de 20,472 para lograr un puntaje técnicamente eficiente.
- RI: 0,868 en el caso del Numero de Profesores que realizan trabajos de Investigación, esto implica una pequeña reducción casi nula de 0,132 en este tipo de recurso.
- RF: S/.39 157,946 en el caso de los Recursos Financieros es posible llevar a cabo un ahorro de recursos de aproximadamente S/. 9 836,714, además de una reducción por holgura de S/.25 481,95 para ubicarse en un punto eficiente.

- IF: S/. 574,616 en el caso de la Utilización de las Instalaciones, esto puede ser posible mediante el ahorro de S/. 295,51 y una reducción por holgura de S/. 44 937,581 de dicho recurso.

Finalmente los pares comparativamente eficientes para esta Unidad Académica son: Ciencias Administrativas (2009), Zootecnia (2008), Medicina Humana (2009), y Arquitectura y Urbanismo (2008).

**Cuadro 3.14 Resultados Unidad Académica: Ciencias Contables y Financieras**  
**2009**

Results for firm:		CIENCIAS CONTABLES Y FINANCIERAS 2009			
Technical efficiency	=	0.735			
PROJECTION SUMMARY					
Variable		Valor Original	Movimiento Radial	Movimiento De Holgura	Valor Proyectado
Output	EG	54.375	0	0	54.375
Output	TT	7.333	0	0	7.333
Output	TP	12	0	0	12
Input	RD	349	-92.402	-31.938	224.659
Input	RI	7	-1.853	0	5.147
Input	RF	130931.14	-34665.69	0	96265.45
Input	IF	51798.52	-13714.319	-2437.92	35646.281

Elaboración propia en base a resultados arrojados por DEAP 2.1

La Novena Unidad Académica en analizar es la Facultad de Ciencias Contables y Financieras en el año 2009. En este caso, la unidad tiene un puntaje de eficiencia de 0,735, y los valores proyectados para los niveles óptimos de uso de recursos son:

- RD: 224,659 en el caso de las Horas Dictadas por Semana, lo que implica un movimiento radial o ahorro de recurso de 92,402, además de una reducción en términos de holgura de 31,938 para lograr un puntaje técnicamente eficiente.

- RI: 5,147 en el caso del Numero de Profesores que realizan trabajos de Investigación, esto implica una reducción de 1,853, o aproximadamente 2 profesores menos bastarían para alcanzar el nivel de output alcanzado por dicha Unidad Académica en ese periodo.
- RF: S/.130 931,14 en el caso de los Recursos Financieros es posible llevar a cabo un ahorro de recursos de aproximadamente S/. 34 665,69 para lograr ubicarse en un punto eficiente.
- IF: S/.35 646,281 en el caso de la Utilización de las Instalaciones, esto puede ser posible mediante el ahorro de S/.13 714,319 y una reducción por holgura de S/.2 437,92 de dicho recurso.

Finalmente los pares comparativamente eficientes para esta Unidad Académica son: Arquitectura y Urbanismo (2008), Agronomía (2008), Zootecnia (2009), y Derecho y Ciencias Políticas (2008).

**Cuadro 3.15 Resultados Unidad Académica: Ingeniería Industrial 2009**

Results for firm:	INGENIERIA INDUSTRIAL 2009				
Technical efficiency	=	0.752			
PROJECTION SUMMARY					
Variable		Valor Original	Movimiento Radial	Movimiento De Holgura	Valor Proyectado
Output	EG	113.281	0	0	113.281
Output	TT	6.557	0	0	6.557
Output	TP	26	0	0	26
Input	RD	796	-197.44	0	598.56
Input	RI	31	-7.689	-9.833	13.478
Input	RF	336539.84	-83475.368	-48810.804	204253.668
Input	IF	43769.192	-10856.514	0	32912.678

Elaboración propia en base a resultados arrojados por DEAP 2.1

La Décima Unidad Académica en analizar es la Facultad de Ingeniería Industrial en el año 2009. En este caso, la unidad tiene un puntaje de eficiencia de 0,752, y los valores proyectados para los niveles óptimos de uso de recursos son:

- RD: 598,56 en el caso de las Horas Dictadas por Semana, lo que implica un movimiento radial o ahorro de recurso de 197,44 para lograr un puntaje técnicamente eficiente.
- RI: 13,478 en el caso del Numero de Profesores que realizan trabajos de Investigación, esto implica una reducción de 7,689, mas una disminución por holgura de 9,833 que en total hacen un aproximado de 17 profesores menos a ese nivel de output alcanzado por dicha Unidad Académica en ese periodo.
- RF: S/.204 253,668 en el caso de los Recursos Financieros es posible llevar a cabo un ahorro de recursos de aproximadamente S/. 83 475,368, además de un movimiento por holgura de S/.48 810,804 para lograr ubicarse en un punto eficiente.
- IF: S/.32 912,678 en el caso de la Utilización de las Instalaciones, esto puede ser posible mediante el ahorro de S/.10 856,514 en el uso de dicho recurso.

Finalmente los pares comparativamente eficientes para esta Unidad Académica son: Ciencias Sociales y Educación (2008), Zootecnia (2009), Ciencias (2009), y Arquitectura y Urbanismo (2008).

**Cuadro 3.16 Resultados Unidad Académica: Ingeniería de Minas 2009**

Results for firm:	INGENIERIA DE MINAS 2009				
Technical efficiency	=	0.665			
PROJECTION SUMMARY					
Variable		Valor Original	Movimiento Radial	Movimiento De Holgura	Valor Proyectado
Output	EG	51.415	0	0	51.415
Output	TT	4.082	0	33.717	37.799
Output	TP	2	0	0	2
Input	RD	878	-294.168	-164.789	419.042
Input	RI	1	-0.335	0	0.665
Input	RF	341763.048	-114505.6	0	227257.452
Input	IF	59532.048	-19945.845	-18197.209	21388.994

Elaboración propia en base a resultados arrojados por DEAP 2.1

La Decimo Primera Unidad Académica en analizar es la Facultad de Ingeniería de Minas en el año 2009. En este caso, la unidad tiene un puntaje de eficiencia de 0,665, y los valores proyectados para los niveles óptimos de uso de recursos son:

- RD: 419,042 en el caso de las Horas Dictadas por Semaña, lo que implica un movimiento radial o ahorro de recurso de 294,168 mas una reducción por holgura de 164,789 para lograr un puntaje técnicamente eficiente.
- RI: 0,665 en el caso del Numero de Profesores que realizan trabajos de Investigación, esto implica una reducción de 0,335, es decir menos de un profesor bastaría para alcanzar el nivel de output alcanzado por dicha Unidad Académica en ese periodo.
- RF: S/.227 257,452 en el caso de los Recursos Financieros es posible llevar a cabo un ahorro de recursos de aproximadamente S/. 114 505,6, para lograr ubicarse en un punto eficiente.



- IF: S/.21 388,994 en el caso de la Utilización de las Instalaciones, esto puede ser posible mediante el ahorro de S/.19 945,845, además de una reducción por holgura de S/.18 197,209 en el uso de dicho recurso.

Finalmente los pares comparativamente eficientes para esta Unidad Académica son: Ciencias Administrativas (2009), Arquitectura y Urbanismo (2008), y Medicina Humana (2009).

### **Cuadro 3.17 Resultados Unidad Académica: Ciencias Sociales y Educación**

**2009**

Results for firm:	CIENCIAS SOCIALES Y EDUCACIÓN 2009				
Technical efficiency	=	0.604			
PROJECTION SUMMARY					
Variable		Valor Original	Movimiento Radial	Movimiento De Holgura	Valor Proyectado
Output	EG	110.714	0	0	110.714
Output	TT	2.837	0	0	2.837
Output	TP	14	0	0	14
Input	RD	986	-390.804	-199.3	395.896
Input	RI	9	-3.567	0	5.433
Input	RF	342053.05	-135573.706	-50390.895	156088.448
Input	IF	28902.86	-11455.731	0	17447.129

Elaboración propia en base a resultados arrojados por DEAP 2.1

La Decimo Segunda Unidad Académica en analizar es la Facultad de Ciencias Sociales y Educación en el año 2009. En este caso, la unidad tiene un puntaje de eficiencia de 0,604, y los valores proyectados para los niveles óptimos de uso de recursos son:

- RD: 395,896 en el caso de las Horas Dictadas por Semana, lo que implica un movimiento radial o ahorro de recurso de 390,804 mas una reducción por holgura de 199,3 para lograr un puntaje técnicamente eficiente.

- RI: 5,433 en el caso del Numero de Profesores que realizan trabajos de Investigación, esto implica una reducción de 3,567, es decir poco mas de tres profesores menos necesarios para alcanzar el nivel de output alcanzado por dicha Unidad Académica en ese periodo.
- RF: S/.156 088,448 en el caso de los Recursos Financieros es posible llevar a cabo un ahorro de recursos de aproximadamente S/. 135 573,706, mas una reducción por holgura de S/.50 390,895 para lograr ubicarse en un punto eficiente.
- IF: S/.17 447,129 en el caso de la Utilización de las Instalaciones, esto puede ser posible mediante el ahorro de S/.11 455,731, en el uso de dicho recurso.

Finalmente los pares comparativamente eficientes para esta Unidad Académica son: Arquitectura y Urbanismo (2008), Ciencias Administrativas (2009), Ciencias Sociales y Educación (2008) y Zootecnia (2008).

**Cuadro 3.18 Resultados Unidad Académica: Derecho y Ciencias Políticas 2009**

Results for firm:	DERECHO Y CIENCIAS POLÍTICAS 2009				
Technical efficiency	=	0.488			
PROJECTION SUMMARY					
Variable		Valor Original	Movimiento Radial	Movimiento De Holgura	Valor Proyectado
Output	EG	36.585	0	0	36.585
Output	TT	4.698	0	0	4.698
Output	TP	6	0	0	6
Input	RD	364	-186.545	-37.334	140.12
Input	RI	3	-1.537	0	1.463
Input	RF	155276.47	-79577.258	0	75699.212
Input	IF	70958.258	-36365.224	-9204.119	25388.915

Elaboración propia en base a resultados arrojados por DEAP 2.1

La Decimo Tercera Unidad Académica en analizar es la Facultad de Derecho y Ciencias Políticas en el año 2009. En este caso, la unidad tiene un puntaje de eficiencia de 0,488, y los valores proyectados para los niveles óptimos de uso de recursos son:

- RD: 140,12 en el caso de las Horas Dictadas por Semana, lo que implica un movimiento radial o ahorro de recurso de 186,545 mas una reducción por holgura de 37,334 para lograr un puntaje técnicamente eficiente.
- RI: 1,463 en el caso del Numero de Profesores que realizan trabajos de Investigación, esto implica una reducción de 1,537, es decir poco mas de un profesores menos, necesario para alcanzar el nivel de output alcanzado por dicha Unidad Académica en ese periodo.
- RF: S/.75 699,212 en el caso de los Recursos Financieros es posible llevar a cabo un ahorro de recursos de aproximadamente S/. 79 577,258, para lograr ubicarse en un punto eficiente.
- IF: S/.25 388,915 en el caso de la Utilización de las Instalaciones; esto puede ser posible mediante el ahorro de S/.36 365,224, mas una reducción en holgura de S/.9 204,119 en el uso de dicho recurso.

Finalmente los pares comparativamente eficientes para esta Unidad Académica son: Zootecnia (2009), Ciencias Administrativas (2009), Derecho (2008), y Arquitectura (2008).

**Cuadro 3.19 Resultados Unidad Académica: Arquitectura y Urbanismo 2009**

Results for firm:		ARQUITECTURA Y URBANISMO 2009			
Technical efficiency	=	0.79			
PROJECTION SUMMARY					
Variable		Valor Original	Movimiento Radial	Movimiento De Holgura	Valor Proyectado
Output	EG	120	0	0	120
Output	TT	1	0	1.185	2.185
Output	TP	4	0	0	4
Input	RD	219	-46.045	0	172.955
Input	RI	4	-0.841	-0.799	2.36
Input	RF	66556.57	-13993.719	-6881.528	45681.323
Input	IF	17349.33	-3647.749	0	13701.581

Elaboración propia en base a resultados arrojados por DEAP 2.1

La Decimo Cuarta y última Unidad Académica en analizar es la Facultad de Arquitectura y Urbanismo en el año 2009. En este caso, la unidad tiene un puntaje de eficiencia de 0,79, y los valores proyectados para los niveles óptimos de uso de recursos son:

- RD: 172,955 en el caso de las Horas Dictadas por Semana, lo que implica un movimiento radial o ahorro de recurso de 46,045 para lograr un puntaje técnicamente eficiente.
- RI: 2,36 en el caso del Numero de Profesores que realizan trabajos de Investigación, esto implica una reducción de 0,841, mas una disminución por holgura de 0,799 es decir aproximadamente dos profesores menos, necesario para alcanzar el nivel de output alcanzado por dicha Unidad Académica en ese periodo.
- RF: S/.45 681,323 en el caso de los Recursos Financieros es posible llevar a cabo un ahorro de recursos de aproximadamente S/. 13 993,719, más

una reducción por holgura de S/. 881,528 para lograr ubicarse en un punto eficiente.

- IF: S/. 701,581 en el caso de la Utilización de las Instalaciones, esto puede ser posible mediante el ahorro de S/. 647,749, en el uso de dicho recurso.

Finalmente los pares comparativamente eficientes para esta Unidad Académica son: Ciencias (2009), Arquitectura y Urbanismo (2008), y Agronomía (2009).

#### Capítulo 4: Implicancias de Política Pública

1. Aumentar la utilización de instalaciones mediante la inversión de capital físico en las Unidades Académicas, lo que permitiría mejorar los resultados obtenidos por las Facultades, en términos de Calidad y Proporción de Egresados, además de los niveles de Investigación.
2. Invertir en la Capacitación Continua de los Docentes para mejorar la calidad de la enseñanza impartida a los estudiantes, de esta manera elevar el nivel de los profesionales egresados en cada una de las Facultades de la Universidad Nacional de Piura.
3. Establecer Políticas de Incentivos en la gestión de Recursos Financieros destinados a las Unidades Académicas que muestren un desempeño técnicamente eficiente, este sistema de incentivos puede generar un comportamiento competitivo entre las Facultades debido al deseo de conseguir dicho premio promoviendo la mejora continua en los niveles de eficiencia técnica.

## Limitaciones

1. Este tipo de análisis muchas veces puede existir un gama de opciones a considerar para la elección de las variables, sin embargo es necesario que el criterio sea la elección de aquellas variables que se aproximen más a una medida de calidad antes que de cantidad, sin embargo una de las grandes limitantes con las que cuenta el presente trabajo de investigación es el difícil acceso a información de calidad, como en el caso de los recursos humanos, pues es complicado distinguir si es que la docencia y la investigación es impartida o realizada por diferentes tipos de docentes, con distintos logros académicos, o grados tales como Licenciaturas, Maestrías, Diplomados, o Doctorados, esto resta en cuestiones de calidad a los resultados obtenidos en el desarrollo de los procedimientos.
2. Otra dificultad se presenta debido a que no se puede medir el efecto de la educación superior sobre la calidad laboral de todos los egresados de cualquier especialidad, si esto fuera posible, quizá esta fuera la variable output más importante a considerar, y quizá la única; es por eso que se ha considerado hasta dos variables proxy para hacer un acercamiento a la calidad de egresados, una es la proporción de egresados con respecto al flujo de ingresantes y la otra es la proporción de titulados bajo la modalidad de tesis.

## Conclusiones y Recomendaciones

### Principales Conclusiones

1. Se observó que del total de las 28 DMU analizadas en los dos periodos de análisis (2008 y 2009), se encontraron que las Facultades obtuvieron diferentes niveles de eficiencia técnica encontrando así ineficiencias dentro de determinadas Facultades generando esto, que comparativamente tengan un peor desempeño en la gestión de sus recursos, y no lograr así ubicarse dentro de la frontera técnicamente eficiente.
2. Se analizaron un total de 28 DMU, conformadas por las 14 facultades durante los periodos de análisis 2008-2009, entre las cuales se encontraron que 14 de dichas Unidades Académicas resultaron ser técnicamente eficientes y las restantes 14 obtuvieron puntajes por debajo de uno. Del primer grupo, 6 Facultades eficientes pertenecieron al año 2008, dichas Facultades fueron Agronomía, Zootecnia, Medicina Humana, Ciencias Sociales y Educación, Derecho y Ciencias Políticas, y Arquitectura y Urbanismo; por su parte las otras 8 Facultades eficientes pertenecían al año 2009, dichas Unidades Académicas fueron Ciencias Administrativas, Agronomía, Economía, Ingeniería Pesquera, Zootecnia, Medicina Humana, Ciencias, e Ingeniería Civil.
3. En general se observa un comportamiento equilibrado en la gestión de los recursos o factores con los que cuentan las Facultades, esto se demuestra haciendo uso del estadístico Jarque-Bera, el cual muestra que los datos se aproximan a una distribución normal.
4. El análisis realizado muestra que aquellas Unidades Académicas que en el año 2009 contaron con mayores Niveles de Utilización de sus Instalaciones tuvieron un mejor desempeño en la gestión de sus recursos pues como se observó gran parte



de los puntajes eficientes lo ostentan aquellas facultades con una mayor datación de este tipo de recurso. A diferencia de lo que ocurre en el año 2008 en el cual no se observa una tendencia a la concentración en los dos primeros cuartiles de las unidades técnicamente eficientes.

5. Para el caso del resto de factores, a saber, Docencia, Investigación, y Recursos Financieros, los resultados no muestran una concentración clara en el primero o cuarto cuartil del ordenamiento por dotación de recursos, mas bien se distribuyen casi uniformemente, lo que permite concluir que dichos factores no están teniendo un papel primordial en la consecución de puntajes técnicamente eficientes en los dos años de estudio.

## Recomendaciones

1. Priorizar el Financiamiento y uso adecuado de las Instalaciones de las Facultades de la Universidad Nacional de Piura, pues como se mostró en el análisis de resultados para el año 2009, seis de las primeras ocho facultades con mayor tasa de utilización en las instalaciones cuentan con un puntaje de eficiencia igual a uno, es decir se encuentran dentro de la frontera de producción técnicamente eficiente.
2. Robustecer la mejora de la capacidad de los docentes, pues como dictan los resultados, la cantidad de horas dictadas no están teniendo un papel influyente en la consecución de puntajes técnicamente eficientes, por el contrario, no se nota una tendencia clara en función a este recurso, en ese sentido, el robustecimiento de las capacidades de los docentes debería contribuir a la consecución de mayores puntajes de eficiencia por parte de facultades con mayor cantidad de horas dictadas por semana.
3. Fomentar la Investigación Docente y en el caso de los Estudiantes a través de la realización de Tesis, esto contribuiría a la mejora en el desempeño de los resultados no solo de las facultades, sino que también influiría en la mejora continua de la calidad docente y de los profesionales que egresan de las Facultades de la Universidad Nacional de Piura.
4. Mejorar la gestión de los Recursos Financieros en función a los resultados, con el objetivo de permitir que aquellas facultades con mayores niveles de presupuesto obtengan mejores resultados y sean comparativamente más eficientes que sus análogas.
5. En base a las limitaciones de información que se encontraron al momento de la recopilación de la misma, y la data disponible de poca calidad se debería tener

una mejor fuente de información actualizada y un mayor acceso a esta, que permita la formación y estimación de indicadores de desempeño por cada facultad, tales como evaluación de percepción de la calidad docente, cantidad de horas dictadas diferenciando entre el tipo nivel académico alcanzado por los profesores (licenciaturas, maestrías, doctorados), capacidad instalada y de equipamiento de cada una de las facultades, una medida o evaluación de los profesionales egresados, entre otros.

6. A partir de la realización del presente documento surgen líneas de investigaciones interesantes, tales como: diferentes estimaciones de producción y productividad en la Unidades Académicas de la Universidad Nacional de Piura, en este caso se podría extender el análisis mediante la metodología DEA a un número mayor de años y más actualizados, esto en la medida que la información se encuentre en mayor medida disponible y sea de mejor calidad. Además debido a que el estudio hace un análisis Intra Universidad, este puede ser extendido a un análisis Inter Universidad para determinar los niveles de eficiencia técnica de diferentes universidades, ya sea a nivel Regional o un estudio más extendido a Nivel Nacional.

## Anexos

### Anexo1 Datos de las Facultades años 2008-2009

FACULTAD	2008							2009						
	Horas de clase por semana (a)	Numero de profesores con trabajos de investigacion (b)	Recursos Financieros (a)	Depreciacion o tasa de utilizacion de infraestructura (c)	Proporcion de Egresados (a)	Proporcion de Titulados con Tesis (a)	Numero de Investigaciones Publicadas (b)	Horas de clase por semana (a)	Numero de profesores con trabajos de investigacion (b)	Recursos Financieros (a)	Depreciacion o tasa de utilizacion de infraestructura (c)	Proporcion de Egresados (a)	Proporcion de Titulados con Tesis (a)	Numero de Investigaciones Publicadas (b)
TOTAL	8173	134	2384371.040	850711.352	56.081	14.456	238	7962	191	2333681.188	850711.352	75.487	15.340	262
CIENCIAS ADMINISTRATIVAS	291	5	155827.840	58093.880	60.645	3.788	12	281	2	170062.730	58093.880	65.244	5.785	12
AGRONOMIA	511	18	152321.390	87374.440	58.025	54.839	30	511	25	162205.930	87374.440	95.276	48.649	36
CIENCIAS CONTABLES Y FINANCIERAS	351	5	126885.120	51798.520	87.770	12.121	10	349	7	130931.140	51798.520	54.375	7.333	12
ECONOMIA	430	13	210657.830	105259.092	140.964	9.639	18	418	18	132429.630	105259.092	56.842	15.190	28
INGENIERIA INDUSTRIAL	816	23	345313.920	43769.192	35.600	8.547	40	796	31	136539.840	43769.192	113.281	6.557	26
INGENIERIA DE MINAS	901	1	312992.350	59532.048	16.599	7.143	2	878	1	341763.048	59532.048	51.415	4.082	2
INGENIERIA PESQUERA	293	4	96346.040	71261.966	29.600	10.811	4	288	13	96263.410	71261.966	125.532	10.000	14
ZOOTECNIA	335	1	70488.990	12975.704	77.358	66.667	2	333	7	80060.160	12975.704	46.296	88.889	12
MEDICINA HUMANA	1044	1	262672.180	41501.222	62.338	100.000	2	1024	1	561806.030	41501.222	92.537	100.000	2
CIENCIAS SOCIALES Y EDUCACION	1035	17	466009.080	28902.860	39.726	3.846	46	986	9	342053.050	28902.860	110.714	2.837	14
DERECHO Y CIENCIAS POLITICAS	382	9	197118.500	70958.258	52.778	1.418	24	364	3	155276.470	70958.258	36.585	4.698	6
CIENCIAS	1395	34	319712.000	139127.134	80.620	35.088	42	1360	66	189545.440	139127.134	56.688	40.000	86
INGENIERIA CIVIL	155	1	74476.610	62807.707	74.074	9.524	2	155	4	84878.840	62807.707	54.545	4.545	8
ARQUITECTURA Y URBANISMO	214	2	65028.280	17349.330	183.784	2.000	4	219	4	66556.570	17349.330	120.000	1.000	4

Fuente:

A: Boletines Estadísticos 2008-2009 de la Universidad Nacional de Piura

B: Instituto de Investigación Para el Desarrollo (IIPD)

C: Oficina Central de Infraestructura y Servicios Generales.

## Anexo2 Puntajes de Eficiencia de las Facultades años 2008-2009

Compendio de Puntajes de Eficiencia por  
Facultad:

Firma	te	
CIENCIAS ADMINISTRATIVAS 2008	0.817	
AGRONOMIA 2008	1	
CIENCIAS CONTABLES Y FINANCIERAS 2008	0.783	
ECONOMÍA 2008	0.832	
INGENIERIA INDUSTRIAL 2008	0.968	
INGENIERIA DE MINAS 2008	0.38	
INGENIERIA PESQUERA 2008	0.408	
ZOOTECNIA 2008	1	
MEDICINA HUMANA 2008	1	
CIENCIAS SOCIALES Y EDUCACION 2008	1	
DERECHO Y CIENCIAS POLÍTICAS 2008	1	
CIENCIAS 2008	0.707	
INGENIERIA CIVIL 2008	0.868	
ARQUITECTURA Y URBANISMO 2008	1	
CIENCIAS ADMINISTRATIVAS 2009	1	22.40%
AGRONOMIA 2009	1	0.00%
CIENCIAS CONTABLES Y FINANCIERAS 2009	0.735	-6.13%
ECONOMÍA 2009	1	20.19%
INGENIERIA INDUSTRIAL 2009	0.752	-22.31%
INGENIERIA DE MINAS 2009	0.665	75.00%
INGENIERIA PESQUERA 2009	1	145.10%
ZOOTECNIA 2009	1	0.00%
MEDICINA HUMANA 2009	1	0.00%
CIENCIAS SOCIALES Y Educación 2009	0.604	-39.60%
DERECHO Y CIENCIAS POLÍTICAS 2009	0.488	-51.20%
CIENCIAS 2009	1	41.44%
INGENIERIA CIVIL 2009	1	15.21%
ARQUITECTURA Y URBANISMO 2009	0.79	-21.00%

Mean 0.85

### Anexo3 Compendio del Nivel de Inputs Objetivos por Facultad años 2008-2009

#### SUMMARY OF INPUT TARGETS:

Firm input:	1	2	3	4
CIENCIAS ADMINISTRATIVAS 2008	237.881	4.087	123016.649	47489.47
AGRONOMIA 2008	511	18	152321.39	87374.44
CIENCIAS CONTABLES Y FINANCIERAS 2008	243.783	3.913	99301.396	31480.683
ECONOMÍA 2008	357.587	10.811	142371.203	85680.671
INGENIERIA INDUSTRIAL 2008	789.734	21.573	270820.057	42360.308
INGENIERIA DE MINAS 2008	115.338	0.38	65742.259	11912.984
INGENIERIA PESQUERA 2008	101.981	1.63	39261.774	11550.489
ZOOTECNIA 2008	335	1	70488.99	12975.704
MEDICINA HUMANA 2008	1044	1	262672.18	41501.222
CIENCIAS SOCIALES Y EDUCACION 2008	1035	17	466009.08	28902.86
DERECHO Y CIENCIAS POLÍTICAS 2008	382	9	197118.5	70958.258
CIENCIAS 2008	709.413	24.036	226021.618	98356.458
INGENIERIA CIVIL 2008	134.528	0.868	39157.946	9574.616
ARQUITECTURA Y URBANISMO 2008	234	2	65028.28	17349.33
CIENCIAS ADMINISTRATIVAS 2009	281	2	170062.73	58093.88
AGRONOMIA 2009	511	25	162205.93	87374.44
CIENCIAS CONTABLES Y FINANCIERAS 2009	224.659	5.147	96265.45	35646.281
ECONOMÍA 2009	418	18	132429.63	105259.092
INGENIERIA INDUSTRIAL 2009	598.56	13.478	204253.668	32912.678
INGENIERIA DE MINAS 2009	419.042	0.665	227257.452	21388.994
INGENIERIA PESQUERA 2009	288	13	96263.41	71261.966
ZOOTECNIA 2009	333	7	80060.16	12975.704
MEDICINA HUMANA 2009	1024	1	561806.03	41501.222
CIENCIAS SOCIALES Y Educación 2009	395.896	5.433	156088.448	17447.129
DERECHO Y CIENCIAS POLÍTICAS 2009	140.12	1.463	75699.212	25388.915
CIENCIAS 2009	1360	66	189545.44	139127.134
INGENIERIA CIVIL 2009	155	4	84878.84	62807.707
ARQUITECTURA Y URBANISMO 2009	172.955	2.36	45681.323	13701.581

## Anexo4 Resultados Originales Arrojadados por Programa Computacional DEAP 2.1

### Retornos constantes a escala con orientación Input

Results from DEAP Version 2.1

Instruction file = eg9-ins.txt

Data file = eg9-dta.txt

### Input orientated DEA

### Scale assumption: CRS

Slacks calculated using multi-stage method

### EFFICIENCY SUMMARY:

firm	te
1	0.817
2	1.000
3	0.783
4	0.832
5	0.968
6	0.380
7	0.408
8	1.000
9	1.000
10	1.000
11	1.000
12	0.707
13	0.868
14	1.000
15	1.000
16	1.000
17	0.735
18	1.000
19	0.752
20	0.665
21	1.000
22	1.000
23	1.000
24	0.604
25	0.488
26	1.000
27	1.000
28	0.790

mean 0.850

**Retornos constantes a escala con orientación Output**  
Results from DEAP Version 2.1

Instruction file = eg9-ins.txt  
Data file = eg9-dta.txt

**Output orientated DEA**

**Scale assumption: CRS**

Slacks calculated using multi-stage method

**EFFICIENCY SUMMARY:**

firm	te
1	0.817
2	1.000
3	0.783
4	0.832
5	0.968
6	0.380
7	0.408
8	1.000
9	1.000
10	1.000
11	1.000
12	0.707
13	0.868
14	1.000
15	1.000
16	1.000
17	0.735
18	1.000
19	0.752
20	0.665
21	1.000
22	1.000
23	1.000
24	0.604
25	0.488
26	1.000
27	1.000
28	0.790

mean 0.850



**Retornos variables a escala con orientación Input**  
Results from DEAP Version 2.1

Instruction file = eg9-ins.txt  
Data file = eg9-dta.txt

**Input orientated DEA**

**Scale assumption: VRS**

Slacks calculated using multi-stage method

**EFFICIENCY SUMMARY:**

firm crste vrste scale

1	0.817	0.895	0.913	irs
2	1.000	1.000	1.000	-
3	0.783	0.824	0.949	irs
4	0.832	0.861	0.965	drs
5	0.968	0.998	0.969	irs
6	0.380	1.000	0.380	irs
7	0.408	0.723	0.563	irs
8	1.000	1.000	1.000	-
9	1.000	1.000	1.000	-
10	1.000	1.000	1.000	-
11	1.000	1.000	1.000	-
12	0.707	0.763	0.927	drs
13	0.868	1.000	0.868	irs
14	1.000	1.000	1.000	-
15	1.000	1.000	1.000	-
16	1.000	1.000	1.000	-
17	0.735	0.801	0.918	irs
18	1.000	1.000	1.000	-
19	0.752	0.756	0.994	irs
20	0.665	1.000	0.665	irs
21	1.000	1.000	1.000	-
22	1.000	1.000	1.000	-
23	1.000	1.000	1.000	-
24	0.604	0.639	0.945	irs
25	0.488	0.626	0.779	irs
26	1.000	1.000	1.000	-
27	1.000	1.000	1.000	-
28	0.790	1.000	0.790	irs

mean 0.850 0.925 0.915

## Retornos variables a escala con orientación output

Results from DEAP Version 2.1

Instruction file = eg9-ins.txt

Data file = eg9-dta.txt

### Output orientated DEA

#### Scale assumption: VRS

Slacks calculated using multi-stage method

#### EFFICIENCY SUMMARY:

firm crste vrste scale

1	0.817	0.817	1.000	-
2	1.000	1.000	1.000	-
3	0.783	0.793	0.987	drs
4	0.832	0.931	0.893	drs
5	0.968	0.998	0.970	irs
6	0.380	1.000	0.380	irs
7	0.408	0.437	0.933	irs
8	1.000	1.000	1.000	-
9	1.000	1.000	1.000	-
10	1.000	1.000	1.000	-
11	1.000	1.000	1.000	-
12	0.707	0.886	0.798	drs
13	0.868	1.000	0.868	irs
14	1.000	1.000	1.000	-
15	1.000	1.000	1.000	-
16	1.000	1.000	1.000	-
17	0.735	0.749	0.982	irs
18	1.000	1.000	1.000	-
19	0.752	0.889	0.846	drs
20	0.665	1.000	0.665	irs
21	1.000	1.000	1.000	-
22	1.000	1.000	1.000	-
23	1.000	1.000	1.000	-
24	0.604	0.770	0.784	drs
25	0.488	0.489	0.998	irs
26	1.000	1.000	1.000	-
27	1.000	1.000	1.000	-
28	0.790	1.000	0.790	irs

mean 0.850 0.920 0.925

## Bibliografía

1. Castro, J.; Rivas Y, R.: Econometría Aplicada. CIUP. Lima 2003
2. Charnes A; Cooper W; y Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units, para European Journal of Operational Research, 2: 429-444. s.l., 1978.
3. Coll V. y Blasco O. Evaluación de la eficiencia mediante el análisis envolvente de datos – Introducción a los modelos básicos. Valencia, s.f.
4. Debreu G. The Coefficient of Resource Utilization. Econometrica, 19. s.l., 1951.
5. De Gregorio J. Macroeconomía teoría y políticas. Sl. Sf.
6. Farrell M. "The Measurement of Productive Efficiency", para Journal of the Royal Statistical Society, Series A, Vol. 120, N°03: 253-290. s.l., 1957.
7. García Laguna Juan, Breve introducción al Análisis Envolvente de Datos, lección1. Dpto. de estadística e investigación operativa. Universidad de Valladolid. s.f.
8. Güemes Castorena David, Análisis de envoltura de datos – uso y aplicaciones. s.l. Julio de 2004.
9. Henderson J. y Quandt R. Teoría Macroeconómica- una aproximación matemática. Traducción de José Ramón Lausen. Barcelona, 1968.
10. Martín Emilio. An Application on the Data Envelopment Analysis Methodology in the Performance Assessment of the Zaragoza University Departments. Zaragoza, 2003.
11. Martín.Raquel. La evaluación de la eficiencia técnica. Una aplicación del DEA a la Universidad de La Laguna. La Laguna, 2005.

12. Mas-Collel A.; Whinston M. y Green J. Microeconomic Theory. New York, 1995.
13. Porto A. Microeconomía II, notas de clase. En: trabajo docente n°9. Junio de 2005
14. Revista América económica, Ranking 2010 las mejores universidades del Perú, visitado en <http://rankings.americaeconomia.com/2010/mejores-universidades-peru> el día 26 de marzo de 2011.
15. Tam M. Una aproximación a la eficiencia técnica del gasto público en educación en las regiones del Perú. Para Consorcio de Investigación Económica y Social. Lima, diciembre de 2008.
16. Torrico A, et al. Análisis de la eficiencia de las unidades productivas de una universidad. Málaga, 2009.
17. Varian H. Microeconomía intermedia: un enfoque actual. 5ª edición. Barcelona, 1999
18. Vásquez Angélica. Estudio sobre la eficiencia técnica de las universidades públicas presenciales españolas. Madrid, 2010.
19. Vial B. y Zurita F. Microeconomía intermedia. En trabajo docente n°73. Santiago de Chile, marzo de 2006.